

**EUROINVENT
INTERNATIONAL
WORKSHOP**
18th edition

**Scientific, Technological and Innovative Research in
Current European Context**

Cercetarea științifică, tehnologică
și de inovare în actualul context european

> Scientific Inquiries through Elective Elaborations <

> Cercetări științifice prin elaborări electiv <

28 May 2026

Editors
Ioan Gabriel SANDU,
Ion SANDU

Technical editor
Ioan Cristinel NEGRU

edituro pim

EUROINVENT WORKSHOP 2026

CERCETĂRI ȘTIINȚIFICE PRIN ELABORĂRI ELECTIVE
SCIENTIFIC INQUIRIES THROUGH ELECTIVE ELABORATIONS

Editors:

Ioan Gabriel SANDU
Ion SANDU

ISSN 2668-3229
ISSN-L 2668-3229

Technical editor:

Ioan Cristinel NEGRU

EUROINVENT INTERNATIONAL WORKSHOP
18th edition

Scientific, Technological and Innovative Research in Current European Context
Cercetarea științifică, tehnologică și de inovare în actualul context european

Volum editat sub egida
Academiei Oamenilor de Știință din România



Toate drepturile rezervate autorilor.
Nici o parte din această lucrare nu poate fi copiată fără acordul scris al autorilor.

The authors assume full responsibility for the originality of their work.

Autorii își asumă întreaga responsabilitate pentru originalitatea lucrărilor.

SCIENTIFIC COMMITTEE

Honorary Presidents: Prof. PhD. Ecaterina ANDRONESCU
Prof. PhD. Doina BANCIU
Prof. PhD. Dan CASCAVAL
Prof. PhD. Adrian-Valentin COTIRLET
Prof. PhD. Gogu GHEORGHITA
Prof. PhD. Viorel SCRIPCARIU
Prof. PhD. Liviu-George MAHA

President: Prof. PhD. Ion SANDU

Members:

Prof.PhD. Sorin ANDRIAN	Prof.PhD. Valentin NEDEFF
Prof.PhD. Iulian ANTONIAC	Prof.PhD. Attila PUSKAS
Prof.PhD. Stefan BALTA	PhD. Carmen-Penelopi PAPADATU
Prof.PhD. Narcis BARSAN	Prof.PhD. Adrian SACHELARIE
Gen.bg.Prof.PhD. Ghita BIRSAN	CS.I.PhD. Irina Crina Anca SANDU
Prof.PhD. Viorel BOSTAN	Prof.PhD. Neculai Eugen SEGHEIN
Prof.PhD. Maria CÂRJĂ	Prof.PhD. Augustin SEMENESCU
Prof.PhD. Marin CHIRAZI	Prof.PhD. Daniel SIMEANU
PhD. Corina-Alexandra CONCITĂ	Prof.PhD. Cristian SIDOR
CS.I.PhD. Gyorgy DEAK	Prof.PhD. Catalin STIRBU
Prof.PhD. Gabriela DUMITRU	Prof.PhD. Alexandru STANILA
Prof.PhD. Kamel EARAR	Prof.PhD. Gabriela STOLERIU
Pr.Conf.PhD. Daniel ENEA	Prof.PhD. Simona STOLERIU
Prof.PhD. Anton FICAI	Prof.PhD. Daniela TARNITA
Prof.PhD. Maria GAVRILESCU	Prof.PhD. Grigore TINICA
Prof.PhD. Anca Irina GALACTION	Prof.PhD. Mihail Aurel TITU
Prof.PhD. Dan MILICI	Prof.PhD. George UNGUREANU
Prof.PhD. Emilian Florin MOSNEGUTU	CP.II. PhD. Viorica VASILACHE

P R E F A Ț Ă

Brandul EUROINVENT, susținut de Forumul Inventatorilor Români și de Europe Direct Iași, reprezintă un proiect modern, care a permis în ultimii 18 ani realizarea unei manifestări complexe, cu multiple ținte, adresându-se tuturor creatorilor de bunuri materiale și spirituale (inventatori, universitari, cercetători științifici, artiști etc.). S-a dorit acest lucru, pentru a atrage atenția guvernanților asupra faptului că inventica este un segment al creativității naționale, care asemănător artei și științei, trebuie să fie subvenționată de stat, iar brevetarea să fie gratuită. Mai mult, proprietatea intelectuală și cea industrială să fie protejate prin legi diferite, să nu mai existe sistemul de re-brevetare a invențiilor, ci doar cel de transfer tehnologic, sub formă de Patent (licența de aplicare).

O invenție, o dată brevetată, trebuie să rămână în portofoliul inventatorului și în zestia unei națiuni sub forma unui brevet de autor, respectiv patent pentru aplicant, din fondul personal sau public (Fondul Național de Invenții), de unde la cerere să fie transferată ca licență de aplicare în baza unui contract, prin Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci (OSIM). Juridic, pentru a proteja inventatorul este preferat sistemul de re-patentare și nu cel de re-brevetare.

Această sărbătoare a științei, tehnicii și artei românești, organizată sub sigla „Zilele Europei la Iași”, se desfășoară prin implicarea tuturor actorilor și vectorilor sociali: studenți, cadre didactice universitare, cercetători, artiști, mass media, mediul de afaceri, autorități etc. Un aport deosebit în aceste manifestări îl au cele cinci universități de prestigiu ale Iașului, care s-au remarcat prin performanță și tradiție de-a lungul istoriei lor, fiind recunoscute atât în țară, cât și în străinătate ca principalii formatori de inteligență românească și surse veridice ale cercetării fundamentale și tehnologice performante. Implicarea celor cinci universități în toate edițiile de până acum a condus la formarea și dezvoltarea de lideri ai creativității în domeniile lor de specializare.

Prin aceste manifestări se dorește o participare activă, printr-o bună conclucrare și dialog între inventatori, studenți, specialiști din diverse domenii, artiști, mediul academic și cel industrial.

EUROINVENT înseamnă un eveniment complex alcătuit din: Salonul European de Invenții și Cercetare Științifică, Salonul de Carte și Salonul de Artă, un rol important avându-l Workshop-ul organizat sub sigla „Cercetarea tehnico-științifică în contextul contemporan european”, unde se dezbate teme actuale de cercetare și aspecte moderne ale celor trei tipuri de proprietate: intelectuală, industrială și culturală, având în vedere printre altele, stimularea actului de creație și protecția dreptului de autor.

În ultimii șase ani acest workshop, având genericul „**Cercetări științifice prin elaborări electivă**”, s-a alăturat Conferinței Internaționale de Cercetări Inovative - componentă principală a EUROINVENT-ului, cunoscută sub titlul: International Conference for Innovative Research (ICIR).

Cu ocazia zilelor dedicate inventatorilor sau instituțiilor de cercetare și de învățământ din țările participante la aceste manifestări, se vor prezenta sistemele actuale de transfer tehnologic, dinamica brevetării și alte aspecte privind ingineria creativității, respectiv rezultatele deosebite obținute de către școlile de inventică în formarea tinerilor.

Volumul de față cuprinde un număr de 20 lucrări elaborate de doctoranzi și masteranzi sub conducerea unor membri din comisiile de îndrumare a tezelor de doctorat și de dizertație, selectate de un grup de referenți, în acord cu direcțiile de cercetare din învățământul superior ieșean și cu evenimentele care vor fi marcate la a 18-a ediție a EUROINVENT.

Sub titlul „**Cercetarea românească în context european**”, lucrările au fost grupate pe următoarele secțiuni: Știința Conservării Bunurilor de Patrimoniu Cultural și Natural, Științe Conexe, Inventică și Istoria Neamului Românesc. Au fost acceptate lucrări în limba română și engleză, cu o bibliografie recentă și selectivă.

Prof.univ.emerit dr. Ion SANDU,

Președinte de Onoare al Forumului Inventatorilor Români
Membru corespondent al Academiei Oamenilor de Știință din România

CUPRINS

Paul-Claudiu COTÎRLEȚ, Ion SANDU, Viorica VASILACHE, Ioan Gabriel SANDU, Ana DROB, Valorizarea bunurilor de patrimoniu cultural și cele ale naturii prin turism 9

Vasile DROBOTĂ, Ion SANDU, Valeriu BUSUIOC, Lucian LIPAN-GROSU, Ioan Cristinel NEGRU, *Contribuții la teoria identificării din perspectiva traseologiei judiciare. particularități specifice privind cercetarea unor categorii de urme, în funcție de natura suportului și de variabilitatea factorilor incidenti* 33

Maria Sarah VLĂDESCU, *Algorithmic cities: Data-driven generative urbanism* 49

Ion SANDU, Costica BEJINARIU, Ioan Gabriel SANDU, Liliana Teodora SLABU, Andrei Victor SANDU, *Coroziunea conductelor metalice. Protecție catodică* 89

Diana Petronela POETEALEA, Emilian MOSNEGUȚU, Eniko GAȘPAR, Claudia TOMOZEI, Narcis BARSAN, Diana MIRILA, Oana IRIMIA, *Depozitarea pe termen lung a cerealelor ca determinant strategic al securității alimentare* 117

Eduard-Marian POPESCU, Narcis BARSAN, Grzegorz PRZYDATEK, Dan IANCULESCU, Dana CHITIMUS, Mirela PANAINTE-LEHADU, *Surface Water Management and the Role of Treatment Plants in Adapting to Current Requirements* 129

Teodor BANCILA, Claudia TOMOZEI, Valentin NEDEFF, Emilia DUNCA, Emilian MOSNEGUTU, Mirela PANAINTE LEHADUS, Oana IRIMIA, *Analysis of the Olfactory Impact of Emissions Generated by Civil and Military Road Traffic* 143

Adrian-Valentin COTÎRLEȚ, Ion SANDU, Mihaela Orlanda ANTONOVICI (MUNTEANU), Viorica VASILACHE, Gabriela STOLERIU, Simona STOLERIU, Ioan Gabriel SANDU, *Implicațiile aerosolilor salini în medicină* 163

EUROINVENT WORKSHOP 2026

Gabriela DUMITRU, Domnica TITIENI, Ion SANDU, Silvia DUMITRAȘCU, Elena TODIRAȘCU-CIORNEA, <i>Anemia falciformă și complicațiile clinice</i> .	205
Andrada-Maria TANASĂ, Gabriela DUMITRU, Silvia DUMITRAȘCU, Elena TODIRAȘCU-CIORNEA, <i>Investigații hematologice și biochimice în boala Alzheimer</i>	239
Gabriela DUMITRU, Alina BUJDEI, Silvia DUMITRAȘCU, Elena TODIRAȘCU-CIORNEA, <i>Aspecte generale privind complicațiile și manifestările clinice asociate telangiecteziei hemarogice ereditare</i>	255
Răzvan VOUCIUC, Elena TODIRAȘCU-CIORNEA, Gabriela DUMITRU, <i>Valoarea terapeutică a speciei urtica dioica în contextul medicinei moderne</i>	273
Gabriela DUMITRU, Stefania-Simona GRĂDINARU, Silvia DUMITRAȘCU, Elena TODIRAȘCU-CIORNEA, <i>Hemofilia A: manifestări și investigații clinice. Managementul bolii</i>	289
Elena-Iuliana FODOR, Elena TODIRAȘCU-CIORNEA, Gabriela DUMITRU, <i>Valențele terapeutice ale acidului cafeic în medicina contemporană</i>	307
Corina-Alexandra CONCITA, Monica-Silvia TATARCIUC, Mihaela SALCEANU, Bogdan-Constantin CONCITA, Tudor HAMBURDA, Cristina ANTOHI, Sorin ANDRIAN, <i>Impactul sistemelor de modelare canalara asupra dentinei parietale</i>	319
Bogdan-Alexandru HAGIU, <i>Influence of exercise intensity on colonic inflammation induced by food emulsifiers</i>	331
Daniel ENEA, <i>Modele de sfințenie feminină între Bizanț și spațiul românesc: Sf. Cuv. Casiana Imnografa și Sf. Cuv. Platonida de la Argeș</i>	339
Constantin CHIPER, <i>Marea Unire – 1 Decembrie 1918</i>	361
<i>Constantin CHIPER, Istoricul familiei Rosetti</i>	371
<i>Constantin CHIPER, Alexandru Ioan Cuza în conștiința românilor</i>	385

VALORIZAREA BUNURILOR DE PATRIMONIUL CULTURAL ȘI CELE ALE NATURII PRIN TURISM

Paul-Claudiu COTÎRLEȚ^{1,2}, Ion SANDU^{3,4,5}, Viorica VASILACHE^{1,2},
Ioan Gabriel SANDU^{2,4}, Ana DROB^{1,2}

¹Parlamentul României, Camera Deputaților, Str. Izvor, Nr. 2-4, Sector 5,
050563 București, România

²Universitatea „Vasile Alecsandri” din Bacău, Calea Mărășești, Nr. 157, 600115
Bacău, România

³Universitatea „Alexandru Ioan Cuza din Iași”, Blvd. Carol I, Nr. 22,
700506 Iași România

⁴Forumul Inventatorilor Români, Str. Pinului, Nr. 10, 700109 Iași, România

⁵Academia Oamenilor de Știință din România, Str. Ilfov nr. 3, sector 5, 050044,
București, România

⁶Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași, Blvd. Dumitru Mangeron, Nr. 64,
700050 Iași, România

Abstract: *Lucrarea de față evidențiază o serie de aspecte privind direcțiile actuale de valorizare a bunurilor de patrimoniu cultural și cele ale naturii prin turism, plecând de la interferențele dintre acestea, având în atenție gruparea tipologică a subdomeniilor de activitate, care, prin sistemele de coexistență și coroborare interdisciplinară permite o bună punere în valoare atât a celor două tipuri de bunuri patrimoniale, cât și a direcțiilor de dezvoltare ale turismului din țara noastră, mai ales pentru zonele defavorizate economic. Studiul întărește ideea că turismul produce beneficii financiare și nu numai, dar pe baza unor costuri adecvate, printr-o planificare riguroasă de către actorii principali. Un suport adecvat din partea comunității care să permită obținerea unui avantaj din interesul arătat de turiști pentru a îmbunătăți oportunitățile economice, dar și pentru a proteja patrimoniul*

natural și cultural, respectiv pentru a îmbunătăți calitatea vieții și atractivitatea pentru arealul respectiv.

Cuvinte cheie: *Destinație turistică; Forme de turism; Bunuri Culturale și ale Naturii; Arii protejate; Subdomenii ale Științei Conservării; Valorizare; Etalare atractivă; Prezentare interactivă, Forme moderne de valorificare; Tezaurizare prin aprofundare cu noi cercetări; Dezvoltare durabilă*

Introducere

Valorizarea bunurilor de patrimoniu cultural și cele ale naturii prin turism reprezintă un proces strategic de transformare a resurselor istorice, artistice și ecologice în atracții turistice, generând dezvoltare economică locală, coeziune socială și conservarea activă a acestora. Această abordare, adesea integrată sub forma turismului cultural sau ecoturismului, permite regenerarea zonelor rurale și urbane, promovând identitatea locală și tradițiile. Altfel spus, valorificarea prin turism a bunurilor de patrimoniu cultural și natural reprezintă o strategie esențială pentru dezvoltarea locală durabilă, transformând resursele identitare în produse turistice atractive. Aceasta implică o abordare integrată, care îmbină conservarea activelor (monumente, peisaje, tradiții) cu promovarea lor către vizitatori.

Principalele *direcții de valorizare: investigarea științifică* privind *autenticitatea*, determinarea *stării de conservare* și stabilirea *cotei de bursă* sau de *catalog* prin *grile de impact* sau de *evaluare intrinsecă și exhaustivă*, urmate de *prezervarea pasivă* (climatizarea) și cea *activă* (*ignifugarea, insecto-fungicizarea, hidrofobizarea, antițonarea, antistatizarea, stabilizarea structural-funcțională* etc.), *restaurarea, protecția* (contra efracțiilor/furt sau a sustrageri și substituirii cu falsuri sau cu bunuri contrafăcute, a cutremurelor, inundațiilor, incendiilor și a diverselor intemperii) și *întreținerea adecvată*, ca în final să se realizeze *etalarea muzeală* și introducerea în circuitul muzeistic. O direcție, cu efect multiplu, mult solicitată în prezent, este legată de *valorizarea* bunurilor de patrimoniu cultural și cele ale naturii, care cuprinde *prezentarea (etalarea)* în muzee, galerii, parcuri, grădini botanice/zoologice, parcuri, arii

protejate, case memorial și centre de cultură, *valorificarea* prin filme, monografii, albume, conferințe workshop-uri sau *tezaurizarea* prin noi cercetări în arhive, biblioteci, deschideri de șantiere de investigare (situri arheologice și rezervații naturale), implicarea de chestionare etc. Ultima activitate, cea de tezaurizare are rolul de a *descoperi* noi artefacte și areale de activitate antică (veche), prin stabilirea unor atribute inedite ale autentificării sau determinarea evoluției contextelor istorice prin identificare de date arheometrice, cu scopul de a întregi/spori inventarul cu bunuri și de creșterea valorii lor patrimoniale [1-10].

Aceste demersuri participativ-lucrative, grupate în activitatea de conservare integrată, prin sistemele moderne coroborativ/colaborative permit transformarea siturilor istorice, a monumentelor și a ariilor naturale protejate în obiective turistice vizitabile, asigurând în același timp protecția lor permanentă.

Turismul cultural și experiențial permite valorificarea patrimoniului imaterial sau intangibil (obiceiuri, meșteșuguri, gastronomie etc.) și a celui material sau tangibil (artefacte actuale și vechi, monumente, galerii, expoziții, muzee, case memoriale și de cultură) prin experiențe autentice, care atrag turiști interesați să descopere cultura locală.

Turismul cultural și experiențial reprezintă o formă avansată de călătorie și agrement, axată pe participarea activă, implicând sistemele moderne integrativ-coroborative sau participativ-lucrative [11] respectiv, conservarea activă integrată, participativ-colaborativă [12] de reliefare, cu aprofundare a tradițiilor, istoriei și stilului de viață local. Acest tip de turism transformă vizitatorul dintr-un observator pasiv într-un participant activ implicat emoțional și senzorial, căutând autenticitate în loc de itinerarii standardizate.

Conservării Bunurilor Culturale și ale Naturii

Știința Conservării monumentelor istorice și cele ale naturii cuprinde opt subdomenii, fiecare având una sau mai multe discipline conexe implicate în practica lor și anume [8-10]:

- *Descoperirea* (Arheologie, Geomorfologie, Geotehnică, Geofizică etc.), *achiziție/transfer/itinerat* (Muzeologie, Marketing, Comerț, Turism etc.);
- *Clasarea, clasificarea și evaluarea patrimonială* (Istoria și Teoria Artei, Știința și Ingineria Materialelor, Teoria Generală a Conservării, Estetica etc.);
- *Investigarea științifică prin expertizele de autentificare, stabilire a cotei valorice prin grile de evaluare, determinare a stării de conservare, elaborare și realizare a studiilor de compatibilizare a intervențiilor de prezervare și restaurare, monitorizare a comportării intervențiilor pentru o perioadă dată și monitorizarea permanentă a evoluției stării de conservare* (Chimia, Fizica, Biologia, Geologia, Arheometria sau Artefactometria, Istoria Artei, Muzeografia etc.);
- *Prezervarea pasivă*, cu rol preventiv, utilizând tehnologii moderne de climatizare cu acțiune doar asupra mediului (Termofizica, Criogenia, Climatologia, Ecologia etc.);
- *Prezervarea activă*, cu rol profilactic, prin intervenții direct asupra artefactului, aplicând tratamente specifice de stopare a efectelor evolutive de deteriorare și degradare (Biologia, Știința și Ingineria Materialelor etc.);
- *Restaurarea* prin operații de *consolidare și/sau stabilizare dimensională, de reintegrare structurală* prin completări sau adăugiri (Mecanica Construcțiilor, Știința și Ingineria Materialelor etc.), de *reintegrare cromatică* prin tehnica *mimetică, trategie* sau *puntissimo* (Teoria Artei, Estetica, Colorimetria, Profilometria 3D etc.), *reintegrarea ambientală* - peisagistică sau arhitectonică (Arhitectura, Peisagistica, Climatologia, Ecologia etc.) sau *reintegrarea culturală* sau *diplomatică* (Building Economic Bridges: Integrating Cultural Diplomacy into Nation Branding, Corporate Social Responsibility and Global Governance);
- *Etalarea, valorificarea și teaurizarea* (valorizarea în Muzeologie, Marketing, IT, Design etc.);

- *Protecția, întreținerea și prezentarea muzeală* (Norme de Pază și Protecție, Ecologie, Știința și Ingineria Mediului, Muzeologie, Turism etc.).

Gruparea tipologică a Bunurilor Culturale și ale Naturii

Bunuri culturale

Bunurile culturale cuprind două mari grupuri: cele materiale sau tangibile și cele imateriale sau netangibile.

Patrimoniul cultural imobil cuprinde clădiri, situri arheologice, grădini și parcuri, monumente de for public, monumente funerare, ansambluri de arhitectură, situri urbane sau rurale, ansambluri industriale sau peisaje culturale, semnificative pentru istoria unei comunități, a unei națiuni sau a întregii omeniri. Aici sunt incluse toate monumentele clasate în *Lista monumentelor istorice* din România, dar și alte clădiri sau areale care nu sunt clasate, dar au valoare arhitecturală, artistică, memorială, tehnică, peisagistică sau de altă natură.

Din acest grup, în ordinea descrescătoare a valorii, mai amintim: cetăți, valuri de apărare, biserici și mănăstiri vechi, case memoriale și cele de cultură, muzee sătești, muzee vii, muzee eco, ateliere meșteșugărești hibride și demonstrative, puncte desfacere a produselor artisanale etc.

Patrimoniul cultural mobil cuprinde obiecte considerate valoroase, ca mărturii ale modului de viață al diferitelor comunități umane și ale transformării mediului natural, din cele mai vechi timpuri și până în prezent. Aici se încadrează o varietate de obiecte, incluzând opere de artă, obiecte de cult, unelte, cărți, hărți, monede, timbre, instrumente, sau alte artefacte rezultate din activități umane, reprezentative pentru cunoștințele, credințele și valorile unei comunități, la un anumit moment în timp.

Aceste obiecte sau artefacte pot face parte din colecțiile muzeelor, ale bibliotecilor, arhivelor sau din colecții private. Obiecte pe care le avem în jurul nostru – tablouri, fotografiile vechi, obiecte moștenite – pot fi, de asemenea, valoroase nu doar pentru noi, ci și ca parte a patrimoniului cultural mobil. O altă parte a obiectelor de patrimoniu sunt, desigur, încă nedescoperite, îngropate în situri arheologice sau în alte locuri neașteptate.

În funcție de tipul obiectelor, de vechimea și de raritatea lor, precum și de starea de conservare sau de relevanța lor, pentru întreaga umanitate, sau pentru spațiul românesc, bunurile pot fi clasate în Inventarul patrimoniului cultural național mobil, în categoriile tezaur sau fond [8-10].

Patrimoniul cultural imaterial este compus din practici, reprezentări, expresii, cunoștințe și abilități – împreună cu instrumentele, obiectele, artefactele și spațiile culturale asociate acestora – pe care oamenii le recunosc ca parte din moștenirea lor culturală.

Din acest grup pot face parte povești, zicători, cântece și jocuri populare precum și diferite obiceiuri legate de schimbarea anotimpurilor, de calendarul agrar, de sărbători religioase sau de trecerea între diferite etape ale vieții. Aici se încadrează, de asemenea, cunoștințele și tehnicile legate de confecționarea obiectelor „de recuzită”, asociate acestor evenimente.

Meșteșugurile tradiționale, transmise din generație în generație, prin care se realizează obiecte considerate ca reprezentative pentru o anumită comunitate, cum sunt costumele populare sau diferite tipuri de vase de ceramică, sunt, de asemenea, parte a patrimoniului cultural imaterial.

Elementele de patrimoniu imaterial au, de obicei, origini colective și anonime, sunt transmise, cu precădere, pe cale informală, în cadrul familiei sau a diferitelor tipuri de grupuri sociale și sunt strâns legate de o anumită comunitate și o zonă specifică.

Gruparea bunurilor de patrimoniu cultural imaterial, conform UNESCO și reglementărilor naționale elaborate de Institutul Național al Patrimoniului din Ministerul Culturii (www.Patrimoniu.ro), se realizează în principal în funcție de domeniile în care acestea se manifestă. Astfel, conform Convenției UNESCO (Organizația Națiunilor Unite pentru Educație, Știință și Cultură) din 2003, patrimoniul cultural imaterial este grupat în următoarele domenii principale:

Tradiții și expresii orale: inclusiv limba ca vehicul al patrimoniului;

Artele spectacolului: muzică tradițională, dansuri, teatru, ritualuri;

Practici sociale, ritualuri și evenimente festive: obiceiuri tradiționale, sărbători comunitare;

Cunoștințe și practici referitoare la natură și la univers: meșteșuguri artistice tradiționale, tehnici agricole, medicină tradițională;

Tehnici legate de meșteșugurile tradiționale: producerea obiectelor, arhitectură tradițională.

Conform Inventarului Național Român, elaborat de Institutului Național al Patrimoniului, a căror elemente sunt gestionate prin Registrul Național al Patrimoniului Cultural Imaterial, care este organizat pe fișe specifice [13, 14], acestea se grupează:

- Obiceiuri tradiționale;
- Meșteșuguri artistice tradiționale;
- Expresii culturale (cântece, jocuri, povestiri).

Aceste trei grupări au scopul de a proteja, conserva și promova moștenirea vie a comunităților. Registrul Național al Patrimoniului Cultural Imaterial identifică aceste elemente vii, care sunt esențiale pentru identitatea culturală.

Dintre acestea, *obiceiurile tradiționale* sunt acte sociale creatoare și păstrătoare de cultură și tradiții. Sunt manifestări folclorice active, ce încifrează în ele înțelesuri profunde referitoare la relația omului cu lumea înconjurătoare, cu cosmosul și cu transcendentul. De asemenea, viața socială a omului este dependentă de neamul și de comunitatea locală în care s-a născut ori în care trăiește. Astfel, se produce în cultura tradițională distincția dintre obiceiurile calendaristice și obiceiurile vieții de familie.

În schimb, *Meșteșugurile artistice tradiționale sau populare* sunt forme de manifestare ale creativității umane cu exprimare materială; sunt îndeletniciri de tradiție îndelungată în cultura românească care au rădăcini adânci în viața poporului nostru, manifestându-se în prezent prin valorificarea moștenirilor străvechi împletite cu viziuni inovative moderne [15]. Ca parte componentă a patrimoniului cultural imaterial, acestea se manifestă prin produse meșteșugărești (obiecte, instrumente, unelte și instalații/dispozitive).

Meșteșugurile artistice tradiționale sunt rezultatul unei gândiri creatoare, inventive ce conferă o nuanță estetică necesităților practice ale existenței umane cotidiene și ceremoniale. Totodată, acestea reprezintă produsul liber al memoriei comunității locale și al evoluției în timp a

conștiinței locuitorilor. Meșterii populari sunt cei care, continuând străvechile meșteșuguri, fac legătura între rădăcinile și ramurile tradiției, punând în valoare o bogată moștenire orală de cunoștințe, de tehnici și deprinderi de lucru, de practici specializate aplicate unei mari varietăți de materii prime (lut, lemn, textile etc.). Produsele meșteșugărești au o deosebită însemnătate în cunoașterea specificului patrimoniului cultural imaterial național, definit și de aspectele zonale, regionale și chiar de particularitățile locale.

De-a lungul timpului, concepția de patrimoniu cultural imaterial s-a transformat, astăzi acesta fiind reprezentat nu numai de tradițiile moștenite din generații, ci și prin normele ce stabilesc responsabilități atât pentru proprietari – cu rol de gestiune curentă, întreținere și restaurare și pentru autorități locale – cu rol de avizare, cofinanțare, de coordonare a Comitetelor de Organizare UNESCO, cât și pentru autorități centrale: Ministerul Culturii (direct sau prin Comisia Națională a Monumentelor Istorice) – cu rol de avizare, coordonare, elaborare de metodologii, cofinanțare de lucrări de restaurare, relația cu UNESCO; Ministerul Dezvoltării Regionale și Administrației Publice – elaborarea documentațiilor de urbanism și elaborare de metodologii; Ministerul Administrației și Internelor – paza monumentelor înscrise în Lista Patrimoniului Mondial. De asemenea, Institutul Național al Patrimoniului are atribuții în monitorizarea monumentelor înscrise în Lista Patrimoniului Mondial, coordonarea științifică în cadrul Comitetelor de Organizare UNESCO și în elaborarea de dosare pentru noi propuneri în Lista Patrimoniului Mondial.

Pentru a putea propune situri pentru înscriere în *Lista Patrimoniului Mondial*, toate statele semnatare ale Convenției s-au angajat să pregătească *Liste Indicative* cu acele situri considerate ca având valoare universală excepțională, conform celor zece criterii stabilite prin Convenție.

De exemplu, Lista Indicativă a României conține 17 situri, cele mai recente fiind incluse în anul 2024. Prima Listă Indicativă a României a fost depusă la UNESCO în 1991, o parte din bunurile culturale și naturale propuse la acel moment fiind ulterior înscrise în *Lista Patrimoniului Mondial UNESCO*.

Lista Indicativă a României a fost revizuită periodic, prin includerea de noi bunuri culturale, după cum urmează: 2004: Centrul Istoric al Sibiului și ansamblul său de piețe; 2012: Satele istorice Hollókő și Rimetea și împrejurimile lor; 2020: Frontierele Imperiului Roman – Limesul Dunărean (bun cultural pentru care dosarul de nominalizare este în curs de elaborare); 2024: Foste închisori comuniste din România, Ctitoriile domnești din Țara Românească și Moldova, Reședințele Regale din Sinaia și a bunului natural Peștera Movile.

În concordanță cu Strategia Globală a Comitetului Patrimoniului Mondial, precum și cu modificările operate de UNESCO la nivelul Ghidului Operațional pentru implementarea Convenției privind protecția patrimoniului mondial, cultural și natural, România revizuește periodic *Lista Indicativă* (dosarele de nominalizare aflate în curs de elaborare vor rămâne în lista indicativă fără a fi supuse procedurii de revizuire). Se știe că o dată cu înscrierea unui bun cultural sau natural în *Lista Patrimoniului Mondial*, acesta este automat scos din *Lista Indicativă* [16-18].

Inventarul elementelor vii de patrimoniu imaterial reprezintă un repertoriu al cunoștințelor cu care comunitățile se identifică acordându-le importanță [19].

Patrimoniul Cultural Imaterial sau *Intangibil* sunt noțiuni ceva mai recente, care au ajuns, în 2003, după o serie de dezbateri desfășurate pe câteva secții [20].

Lista Reprezentativă a Patrimoniului Cultural Imaterial al Umanității, alcătuită oficial în 2008, conține în prezent un număr de 788 de elemente din 193 de state membre și 11 state asociate [21].

Bunuri ale naturii

Gruparea bunurilor de *patrimoniu natural* se realizează, conform definițiilor UNESCO, în principal pe baza caracteristicilor lor fizice, biologice și geologice deosebite, având o valoare universală excepțională din punct de vedere estetic sau științific.

Principalele categorii în care se grupează aceste bunuri sunt:

Monumente naturale: formate din formațiuni fizice și biologice care au o valoare universală excepțională din punct de vedere estetic sau științific (peșterile, pietrele, cheile, arborii, florile, insectele, animalele și păsările protejate etc.);

Formațiuni geologice și fiziografice: sunt zone strict delimitate care constituie habitatul speciilor de animale și plante amenințate, având o valoare universală excepțională din punctul de vedere al științei sau al conservării (locuri naturale sau zone naturale strict delimitate ca suprafață);

Locuri naturale sau zone naturale strict delimitate: care au o valoare universală excepțională din punctul de vedere al științei, al conservării sau al frumuseții naturale;

Situri naturale: sunt locuri incluse în patrimoniul mondial care sunt protejate pentru importanța lor ecologică, biologică sau peisagistică.

Aceste bunuri fac parte din patrimoniul mondial și sunt protejate pentru a fi transmise generațiilor viitoare, fiind recunoscute la nivel internațional.

Ecoturismul și turismul în natură

Ecoturismul și turismul în natură se realizează prin utilizarea peisajelor, florei și faunei pentru activități recreative (drumeții, observare avifaunistică, identificarea florei, a sistemelor dendrologice și a celor mineralogice, apoi studii în teren cu prelevare de mostre, ce urmează a fi studiate în laborator) în arii naturale protejate, promovând o abordare ecologică. În acest scop, sunt stabilite rute turistice și infrastructură prin crearea de circuite tematice (drumul fierului, rute culturale la Mănăstirile nemțene și cele bucovinene) și modernizarea infrastructurii de acces pentru a face obiectivele accesibile și atractive. Dintre acestea observarea avifaunistică (sau *birdwatching*) reprezintă activitatea de identificare, monitorizare și studiere a păsărilor în mediul lor natural (ritualurile cocoșului de munte sau cerbului carpatin, a pelicanului sau a altor specii din Delta Dunării, codrii seculari, lunci etc.). Aceasta este o componentă esențială atât pentru ecoturism, cât și pentru știința conservării biodiversității [www.eco-romania.ro].

Referitor la aspectele legate de observarea avifaunistică, folosite în România, amintim următoarele:

- *Zona de interes* (ROSPA), delimitată de aria de Protecție Specială Avifaunistică (ROSPA) sunt situri Natura 2000 desemnate special pentru

conservarea speciilor de păsări sălbatice, care acoperă o proporție semnificativă din teritoriu, facilitând observarea unor populații importante.

- *Locația cheie*, de exemplu Delta Dunării, care este un punct central, găzduind peste 360 de specii de păsări. Alte zone importante includ pescării, lacuri și zone umede (lacustre), cum ar fi Pescăria de la Cetate, Lacul Hunia, Lacul Fântâna Banului, Lacul Maglavit și Balta Golenți.

- *Metodologia științifică* abordată constă în observațiile structurate prin ghiduri standard de monitorizare, care implică amplasarea unităților de eșantionaj în situri Natura 2000 pentru a colecta date precise despre distribuția, migrarea sau peregrinările și evoluția efectivelor speciilor.

Observarea avifaunistică ajută, din punct de vedere al *conservării* la evaluarea stării de sănătate a habitatelor și a populațiilor de păsări, iar explorarea faunei sălbatice reprezintă scopul realizat prin turism, cu rolul principal de a realiza un plan de management al ariei de protecție și de a înțelege echilibrul ecologic (celebrată de exemplu prin „Ziua Păsărilor”), respectiv luarea de măsuri concrete, precum izolarea stâlpilor de electricitate pentru a reduce riscul de electrocutare a păsărilor (acțiune finalizată în 23 de arii de protecție specială).

Beneficiile valorizării prin turism

Pentru dezvoltarea economică, turismul cultural este o sursă importantă de venituri, generând locuri de muncă și stimulând antreprenoriatul local. Turiștii culturali tind să cheltuiască mai mult și să stea mai mult timp în destinațiile vizitate. Acest aspect permite revitalizarea tradițiilor, fiind o formă modernă de valorificare a patrimoniului, încurajând astfel comunitățile locale să păstreze și să transmită meșteșugurile și tradițiile, crescând mândria locală. De asemenea, oferă o bună vizibilitate și protecție, iar punerea în valoare a obiectivelor le scoate din anonimat și oferă surse de finanțare pentru conservarea lor.

De asemenea, când vorbim de obiective sau ținte de atracție, de provocări și respectiv de sustenabilitatea activităților turistice se are în vedere eficiența activității turistice într-un anumit areal geografic, legat de obiectivele specifice locului care trebuie vizitat. Valorificarea trebuie să fie sustenabilă, evitând turismul de masă care poate distruge patrimoniul prin

acte de vandalism. În acest caz, este necesară o cooperare între autorități, muzee, comunități locale și operatori turistici pentru a asigura un echilibru între exploatarea economică și protejarea resurselor.

În contextul României, strategiile naționale se concentrează pe diversificarea ofertei turistice prin integrarea patrimoniului cultural și natural, sprijinind dezvoltarea regională.

Conservarea și valorificarea patrimoniului cultural și turismul

Valorificarea patrimoniului cultural are în atenție o serie de obiective locale, ca de exemplu: adresarea sezonității accentuate, diversificarea ofertelor turistice, promovarea mărcilor turistice, dezvoltarea turismului de nișă, asigurarea protecției și siguranței turiștilor, reabilitarea obiectivelor naturale sau antropice cu potențial turistic, stimularea cooperării și asocierii operatorilor în turism și furnizorilor de servicii, revitalizarea meșteșugurilor și a obiceiurilor și tradițiilor, conservarea tradiționalității și autenticității, formarea identității locale, realizarea coeziunii sociale, creșterea atractivității teritoriului din punct de vedere turistic, conservarea biodiversității, ecosistemelor și habitatelor, protejarea și valorificarea durabilă a resurselor naturale cu valențe turistice.

Legat de priorități locale privind conservarea și valorificarea patrimoniului rural, se au în atenție o serie de obiective de dezvoltare rurală, cu obținerea unei dezvoltări teritoriale echilibrate a economiilor și comunităților rurale, inclusiv crearea și menținerea de locuri de muncă. Așadar, promovarea incluziunii sociale, reducerea sărăciei și dezvoltarea de întreprinderi mici, duce la crearea de noi locuri de muncă. În acest scop, există domenii de intervenție pentru încurajarea dezvoltării locale în zonele rurale, cu următoarele obiective: realizarea de investiții în crearea, îmbunătățirea sau extinderea serviciilor locale de bază destinate populației rurale, inclusiv a celor de agrement și culturale, și a infrastructurii aferente investițiilor de uz public în infrastructura de agrement, informarea turiștilor privind infrastructura turistică la scară mică, elaborarea de studii și investiții asociate cu întreținerea, refacerea și modernizarea patrimoniului cultural și natural al satelor, al peisajelor rurale și al siturilor de înaltă

valoare naturală, inclusiv cu aspectele socioeconomice conexe, precum și acțiuni de sensibilizare ecologică.

De asemenea, vorbim de *obiective transversale de mediu și climă*, respectiv cele cu grad ridicat de *inovare și teaurizare*, care aduc plus valoare.

Conservarea patrimoniului cultural și natural contribuie la formarea identității locale și creșterea coeziunii sociale. Valorificarea patrimoniului cultural și natural are implicații majore pentru sectorul turism, care la rândul lui are ramificații ample pentru toate sectoarele economice atât cele de natură agricolă, cât și cele de natură non-agricolă. Printre *beneficiarii direcți* enumerăm: societatea civilă și entități publice, iar cei *indirecți*, amintim: populația generală, prin impactul indirect asupra formării identității locale, a realizărilor coeziunii sociale și calitatea vieții provenite din sectorul turism, prin impactul indirect asupra atractivității teritoriului din punct de vedere turistic.

Acestea au ca suport de sprijin prin rambursarea costurilor eligibile suportate și plătite efectiv, din plăți în avans, cu condiția constituirii unei garanții bancare sau a unei garanții echivalente corespunzătoare procentului de 100 % din valoarea avansului, în conformitate cu art. 45 (4) și art. 63 ale reg. (UE) Nr. 1305/2013, numai în cazul proiectelor de investiții.

Printre activitățile eligibile care pot fi finanțate pentru Patrimoniul Cultural Material, sunt:

- Investigarea științifică pentru determinarea autenticității și a stării de conservare, intervențiile de preservare, consolidare, reabilitare, restaurare patrimoniu material imobil și/sau mobil;
- înființarea, modernizarea, reabilitarea, amenajarea și dotarea: muzeu sătesc, muzeu viu, muzeu eco, atelier meșteșugăresc hibrid și demonstrativ, punct desfacere produse artizanale;
- investiții în marcarea monumentelor istorice;
- repertorierea și inventarierea elementelor de patrimoniu cultural material mobil și imobil.

Iar pentru *Patrimoniu Cultural Imaterial* sunt finanțate cercetările și studiile pentru:

- repertorierea și inventarierea elementelor de peisaj rural;
- identificarea produselor și serviciilor care pot beneficia de marca produs tradițional;
- identificarea personalităților care pot primi titlul de *Tezaur Uman Viu*;
- identificarea elementelor de patrimoniu inexistente și elemente de patrimoniu neclasate;
- digitizarea resurselor de patrimoniu material și/sau imaterial, în inițiative de management a câinilor comunitari.

În cazul *Patrimoniu Natural* sunt eligibile pentru finanțare următoarele activități: amenajarea, restaurarea, marcarea și valorificarea obiectivelor turistice, alături de *investiții* (monitorizarea mediului, monitorizarea braconajului, monitorizarea exploatării ilicite, delimitarea ariilor protejate, ecologizarea siturilor contaminate - brownfield, managementul deșeurilor menajere, organizarea patrulelor forestiere) sunt și o serie de *studii* privind elaborarea de determinatoare a florei (catalog de specii locale), elaborarea de determinatoare a faunei (catalog de specii locale), inventarierea siturilor contaminate (brownfield); implementarea de planuri de management a ariilor protejate; sensibilizarea ecologică; amenajarea, omologarea, marcarea și valorificarea de trasee turistice; amenajarea, restaurarea, marcarea și valorificarea obiectivelor turistice.

Pentru finanțarea acestor activități sau demersuri lucrative trebuie îndeplinite o serie de condiții de eligibilitate și anume:

- solicitantul trebuie să se încadreze în categoria beneficiarilor eligibili; investiția trebuie să se realizeze pe teritoriul acoperit de GAL (Grupurile de Acțiune Locală);
- restaurarea obiectivelor clasate A, clasate B, sau neclasate, dar aflate pe lista obiectivelor locale întocmită de UAT (Unități Administrativ-Teritoriale) la nivel de comune, orașe și asumată prin HCL (Hotărârea de Consiliu Local);
- pentru proiecte ce presupun construire/ modernizare/ reabilitare/ amenajare, asigurarea accesibilității persoanelor cu dizabilități;
- respectarea tradiționalității și autenticității în toate demersurile întreprinse;

- respectarea normelor impuse de clasificarea zonei: zonă HNV (Zonă cu Înaltă Valoare Naturală - din engleză: High Nature Value), arie Natura 2000.

Pentru proiectele care vizează obiective de patrimoniu, solicitantul trebuie să aibă drept de proprietate/administrare/utilizare pentru obiectivul de patrimoniu pentru care se solicită finanțare.

După depunerea cererii de finanțare, dosarul este evaluat în baza unor criterii de selecție, care au la bază o serie de principii, dintre care amintim:

- valoarea teritoriului (impactare multiplă UAT de pe teritoriul GAL);
- prioritizarea investițiilor în funcție de clasificarea patrimoniului;
- necesitatea intervenției în funcție de starea de degradare a patrimoniului;
- poziția în selecția proiectelor care integrează aspecte legate de mediu și climă;
 - poziția în selecția proiectelor care promovează inovare sau transfer de noi procese sau tehnologii;
 - egalitatea de șanse (pentru proiectele generatoare de venit, ocuparea locurilor de muncă generate de minim o persoană aparținând unui grup vulnerabil).

Aspecte actuale ale Turismului Experiențial

Plecând de la definirea expresiei *de turism experiențial* sau *experimental*, acest obiectiv modern al turismului este ceea ce toată lumea știe că este, dar o definiție atotcuprinzătoare lasă loc tuturor interpretărilor, chiar și celor convenabile, care ar permite ca termenul „Turism experiențial” să fie folosit ca o simplă etichetă pentru să fie atașat nevoii, poate pentru a justifica prețurile ofertelor lor.

Așadar, în prezentare, adesea necontrolată și nereglementată a acestui obiectiv, care vede „ofertele turistice” în prim plan, este utilă identificarea elementelor care deosebesc o ofertă experiențială reală de o simplă ofertă turistică, care poartă doar eticheta de experiențială. Acest lucru este important nu doar pentru turistul care trebuie să aleagă dintre

nenumăratele oferte disponibile, ci și pentru turoperatorii care intenționează să ofere un turism experiențial real, de calitate. Prin urmare, este necesar să se ofere un răspuns clar la următoarele întrebări:

- Ce este turismul experiențial? (Definiție clară)
- Care sunt caracteristicile care identifică oferta experiențială? (cele 10 Principii)
- La ce tipuri de activități pot fi aplicate principiile experiențiale? (Repertoriul activităților experiențiale)
- Ce aptitudini profesionale sunt necesare? (Abilități experiențiale)
- Cum se evaluează calitatea ofertelor experiențiale? (Sigiliul de calitate experiențial).

În ultimii ani activitatea de „Turism experiențial” s-a impus tot mai mult prin Planul Strategic de Turism (PST) 2023-2027, introducând, în sectorul turismului cultural, un capitol specific referitor la turismul experiențial. Conceptul de Oferta Experiențială nu privește doar sectorul Turismului Cultural sau sectorul high-end ci, cu excepția sectorului transporturilor, privește transversal toate celelalte sectoare în care ofertele turistice sunt propuse în diferitele lor declinări posibile. După anul 2000 literatura de specialitate care a abordat domeniul turismului experiențial a crescut aproape exponențial, cităm o selecție reprezentativă [25-34].

Asistăm la o evoluție culturală a activităților turistice. Trecem de la un pachet turistic în care turistul are rolul de spectator (pasiv), la o ofertă turistică în care turistul devine actorul principal (activ) al aceleiași oferte. În noile forme de turism, pachetul turistic, înțeles uneori ca un ansamblu de servicii turistice (întâmpinare, cazare, catering, divertisment, transport etc.), este alcătuit în esență din aceleași emoții trăite de client. Oferta turistică tinde să se transforme din ce în ce mai mult într-o experiență de viață reală (și educațională), capabilă să implice oaspetele din punct de vedere emoțional, intelectual și fizic. În esență, cererea turistică trece de la clasicul „ce îmi oferi” la „ce mă faci să simt”[22]. Am putea spune, în principiu, că fiecare ofertă turistică în sine este capabilă să ne facă să simțim emoții și să ne facă să învățăm ceva, de aceea am putea clasifica toate ofertele turistice drept „oferte experiențiale”, întrucât sunt capabile să ne implice la nivel emoțional, fizic și intelectual sau ne fac să învățăm

ceva (nu neapărat în termeni pozitivi), dar ar fi doar o modalitate de a împărtăși experiențe, care de multe ori au puține în comun între ele [22-24].

Plecând de la această definiție, ținând cont de cele două dimensiuni ale implicării experiențiale indicate de Pine și Gilmore în 1999, apoi de Brian Lonway în 2009, s-a încercat după 2016 să se dezvolte niște formulări mai coerente cu contextul turistic-cultural. Cea mai recentă versiune a acestor definiții este următoarea:

Turismul Experiențial este un proces complex, în care obiectivul principal este legat de implicarea vizitatorilor într-un mod integrat prin simțuri și emoții, considerate cele două dimensiuni fundamentale ale implicării experiențiale și puse la baza unei experiențe eficiente și transformatoare, respectiv: *implicarea senzorială* și a celei *emoționale*.

Implicarea senzorială folosește capacitatea experienței de a activa simțurile într-un mod integrat într-un sistem coerent care include și *dimensiunea tematică, armonia estetică și participarea activă*. Activarea senzorială nu acționează izolat, ci contribuie, împreună cu celelalte principii, la generarea unei experiențe captivante, intense și memorabile, capabile să lase o amprentă de durată în memoria și înțelegerea participantului.

Implicarea emoțională utilizează capacitatea experienței de a trezi emoții autentice, de a stimula conexiunile afective, de a evoca amintiri personale și de a întări sentimentul de uimire față de experiența *experiențială*.

Este important de subliniat că aceste două dimensiuni nu operează izolat, ci interacționează una cu cealaltă, generând sinergii care amplifică eficacitatea și eficiența transformatoare a experienței în evenimente multisenzoriale care activează simțurile și stimulează emoțiile [25].

Contribuția lui Ignazio Calogero, în 2025 [25] se concentrează pe definirea riguroasă a turismului experiențial și a principiilor care transformă o simplă activitate turistică într-o experiență autentică. Calogero subliniază că turismul experiențial nu trebuie să fie doar o „etichetă convenabilă”, ci un proces bazat pe principii clare de interpretare a patrimoniului și implicare senzorială.

Conform viziunii sale actualizate pentru anul 2025, o experiență turistică veritabilă trebuie să îndeplinească următoarele criterii fundamentale:

Multisenzorialitate, adică să activeze mai multe simțuri (văz, auz, miros, gust, tact) pentru a crea o conexiune profundă cu locul sau activitatea.

Implicare emoțională, cu scopul principal este stimularea emoțiilor vizitatorului, transformând participarea pasivă într-o trăire memorabilă.

Unicitate și Autenticitate, prin care trebuie să reflecte identitatea culturală sau naturală locală, evitând standardizarea turismului de masă.

Abordare Tematică, care să dezvolte analize specifice pentru diverse ramuri, cum ar fi Dinner Experience (experiențe gastronomice) sau Outdoor Exploration Experience (explorarea în aer liber), aplicând aceleași standarde de calitate și interpretare.

Lucrările sale recente, precum volumele despre *trasee experiențiale și interpretarea Patrimoniului Cultural*, oferă metodologii practice pentru o *experiență culturală*, ca eveniment multisenzorial care activează simțurile, stimulează emoțiile și permite aprofundarea cunoașterii elementelor legate de identitatea culturală [25], prezentat ca *oferta experiențială*, în care experiența reprezintă elementul central și distinctiv al ofertei propuse, constituind obiectul ei primar și realizată sub forma *Turismul Experiențial* ca ofertă turistică în care sunt prezente una sau mai multe oferte experiențiale.

Cu toate acestea, în unele principii fundamentale, *Turismul Experiențial* este interpretat ca factor determinant al calității experiențiale, care identifică adevărata bază terminologică și conceptuală pe care se bazează fenomenul turismului experiențial.

Un punct de la care să plecăm este identificarea diferitelor tipuri de activități experiențiale, în acest sens Repertoriul de activități experiențiale este util. Un parcurs experiențial ar trebui să respecte o serie de principii care o caracterizează, cum ar fi:

Multisenzorial, reprezintă calea experiențială care include activități multisenzoriale (implicarea simțurilor: văzul, auzul, atingerea, mirosul și, acolo unde este posibil, gustul), iar pentru o abordare culturală

(identități locale), aceasta trebuie să permită aprofundarea cunoașterii elementelor de identitate locală;

Unicitatea este calea experiențială caracterizată prin o serie largă privind caracteristicile de unicitate;

Abordarea relațională (centralitatea și unicitatea oamenilor) este calea experiențială care trebuie să se bazeze pe relații interumane;

Participarea directă care permite traseului experiențial să prevadă participarea directă a invitatului la unele activități;

Învățarea experiențială este parcursul experiențial care trebuie să includă o fază de învățare prin participarea directă a invitatului la unele activități;

Abordarea tematică oferă pentru fiecare cale parcursul care va trebui construit plecând de la o temă ce o caracterizează și care îi constituie firul comun;

Abordarea estetică este unul dintre elementele, alături de cel al *participării directe*, la baza conceptului de „imersie”. Evenimentele care alcătuiesc „punerea în scenă a experienței” trebuie concepute astfel încât să dea importanță tuturor aspectelor care pot influența estetica: atmosfera, simțul frumosului, locul ales pentru experiență, intriga (scenariu) care trebuie să fie în concordanță cu tema aleasă și locul identificat;

Divertismentul este calea experiențială care ar trebui să includă și momente de divertisment care să îmbogățească experiența trăită și să o facă plăcută.

Imersiunea este consecința directă a aplicării principiilor multisenzorialității, participării directe și abordării estetice. Tehnicile imersive pot fi implementate pentru a crea un mediu scenic care vede participării cufundați într-un context multisenzorial.

Concluzii

Lucrarea permite evidențierea unor aspecte privind direcțiile actuale de valorizare a bunurilor de patrimoniu cultural și cele ale naturii prin turism, plecând de la interferențele dintre acestea, având în atenție gruparea tipologică a subdomeniilor de activitate, care prin sistemele de coasistare și coroborare interdisciplinară permite o bună punere în valoare

atât a celor două tipuri de bunuri patrimoniale, cât și a direcțiilor de dezvoltare ale turismului din țara noastră, mai ales pentru zonele defavorizate economic.

Studiul întărește ideea că turismul produce beneficii și costuri adecvate, printr-o planificare riguroasă de către actorii principali și un suport adecvat din partea comunității, care să permită obținerea unui avantaj din interesul arătat de turiști pentru a îmbunătăți oportunitățile economice, dar și pentru a proteja patrimoniul natural și cultural, respectiv pentru a îmbunătăți calitatea vieții și atractivitatea pentru arealul respectiv.

Se au în atenție rolul și funcția demersurilor participativ-lucrative, grupate în activitatea de conservare integrată, prin sistemele moderne coroborativ/colaborative ce permit transformarea siturilor istorice, a monumentelor și a ariilor naturale protejate în obiective turistice vizitabile, asigurând în același timp protecția lor permanentă.

Sunt prezentate activitățile eligibile care pot fi finanțate pentru Patrimoniul Cultural Material, iar pentru finanțarea acestor activități sau demersuri lucrative trebuie îndeplinite o serie de condiții de eligibilitate. După depunerea cererii de finanțare, dosarul este evaluat în baza unor criterii de selecție, care sunt fundamentate pe o serie de principii, unanim acceptate pe plan internațional.

De asemenea, s-a acordat o atenție deosebită turismului cultural și experiențial, care permite valorificarea patrimoniului imaterial sau intangibil (obiceiuri, meșteșuguri, gastronomie etc.) și a celui material sau tangibil (artefacte actuale și vechi, monumente, galerii, expoziții, muzee, case memoriale și de cultură) prin experiențe autentice, care atrag turiștii interesați să descopere cultura locală.

Turismul cultural și experiențial reprezintă o formă avansată de călătorie și agrement, axată pe participarea activă, implicând sistemele moderne integrativ-coroborative sau participativ-lucrative.

Referințe bibliografice

- [1] I.C.A. Sandu, I. Sandu, C. Luca, Aspecte moderne privind conservarea bunurilor culturale. vol. II. Autentificarea și determinarea stării de conservare a picturilor vechi, Ed. Performantica, (ISBN 973-730-048-3/973-730-075-0), Iași, 537p., 2005.
- [2] I. Sandu, I.G. Sandu, Aspecte moderne privind conservarea bunurilor culturale. vol. I. Nomenclatură, tipologii și cazuistici, Ed. Performantica, (ISBN 973-730-048-3/973-730-049-1), Iași, 473p, 2005.
- [3] I.G. Sandu, I. Sandu, A. Dima, Aspecte moderne privind conservarea bunurilor culturale. vol. III. Autentificarea și restaurarea artefactelor din materiale anorganice, Ed. Performantica, (ISBN 973-730-048-3/973-730-220-5), Iași, 502p., 2006.
- [4] I. Sandu, Deteriorarea și degradarea bunurilor de patrimoniu cultural. vol. I si II, Ed. Universității „Alexandru Ioan Cuza” Iași, (ISBN 978-973-703-341-3/978-973-703-342-0), 2008.
- [5] I. Sandu, I.C.A. Sandu, „New Interdisciplinary Aspects on Science for Conservation of Cultural Heritage (I)”, Egyptian Journal of Archaeological and Restoration Studies, 3(1), pp. 1-12, 2013.
- [6] I.C.A. Sandu, I. Sandu, „New Interdisciplinary Aspects on Science for Conservation of Cultural Heritage (II)”, Egyptian Journal of Archaeological and Restoration Studies, 3(2), pp. 73-83, 2013.
- [7] I.C.A. Sandu, P. Spiridon, I. Sandu, „Current studies and approaches in the field of cultural heritage conservation science. Harmonising the terminology in an interdisciplinary context”, International Journal of Conservation Science, 7(3), pp. 591-606, 2016.
- [8] I. Sandu, „Modern Aspects Regarding the Conservation of Cultural Heritage Artifacts”, International Journal of Conservation Science, 13(4), pp. 1187-1208, 2022.
- [9] P. Spiridon, I. Sandu, „Muselife of the life of public”, International Journal of Conservation Science, 7(1), pp. 87-92, 2016.
- [10] P. Spiridon, I. Sandu, L. Stratulat, „The conscious deterioration and degradation of the cultural heritage”, International Journal of Conservation Science, 8(1), pp. 81-88, 2017.

- [11] I. Sandu, P. Spiridon-Ursu, O. Florescu, Aspecte moderne ale conservării patrimoniului cultural. Vol. I. Prezervarea activă integrată, participativ-colaborativă, Ed. Ecou Transilvan (ISBN 978-630-311-165-0/978-630-311-160-5), Cluj Napoca, 224p., 2024.
- [12] I. Sandu, O. Florescu, P. Spiridon-Ursu, Aspecte moderne ale științei conservării patrimoniului cultural. Vol. II. Prezervarea participativ-lucrativă, Ed. Ecou Transilvan (ISBN 978-630-311-165-0/978-630-311-161-2), Cluj Napoca, 224p., 2024.
- [13] * * *, <https://patrimoniu.ro>,
- [14] * * *, <https://www.cultura.ro>.
- [15] * * *, Legea nr. 26/2008, privind protejarea patrimoniului cultural imaterial.
- [16] * * *, <https://ro.wikipedia.org>.
- [17] * * *, <https://please-touchpci.unibuc.ro>.
- [18] * * *, <https://www.umpcultura.ro>.
- [19] * * *, <https://www.cnr-unesco.ro>.
- [20] * * *, <https://old.cultura.ro>.
- [21] * * *, <http://old.akademos.asm.md>.
- [22] J.B. Pine II, J.H. Gilmore, The Experience Economy: Work is Theatre and Every Business a Stage. Harvard Business School Press, Boston, MA 1999.
- [23] B. Lonsway, Making Leisure Work: Architecture and the Experience Economy. Routledge Press, Oxford, 2009.
- [24] M. Holbrook, E. Hirschman, „The experiential Aspects of Consumption: Consumer Fantasies, Feelings and Fun”, The Journal of Consumer Research, 9(2), pp. 132-140, 1982. DOI:10.1086/208906.
- [25] I. Caloggero, Manuali Per Il Turismo Esperienziale E l'Interpretazione del Patrimonio Culturale. Vol. 12, Heritage Interpretation: Raccontare luoghi, svelare significati, Metodologie e strumenti per le visite culturali interpretative: oltre l'apparenza, verso l'essenza, Ed. Amazon Digital Services LLC - Kdp, (ISSN 8832060523, 9788832060522), 250p., 2025.
- [26] A.N. Candrea, „Abordări multidimensionale specifice marketingului în turism și industria ospitalității: comportamentul consumatorului,

practici manageriale sustenabile și brandingul destinațiilor”, Teză de Abilitare, Domeniul: Marketing, Universitatea Transilvania din Brașov, 2025.

- [27] G. Niculescu, D. Stegărescu, „The New Approaches of Attention Conomy and Experience Economy in Management of the Cultural Tourism”, *Analele Universității “Constantin Brâncuși” din Târgu Jiu, Seria Economie*, 4, pp. 152-159, 2010.
- [28] R. Greg, C. Raymond, „Creative touris”, *ATLAS news*, 23, 2000.
- [29] R. Greg, J. Wilson, „Developing creativity in tourist experiences: A solution to the serial reproduction of culture?”, *Tourism Management*, 27, 2006. <http://www.atlaseuro>.
- [30] W. Santagata, „Cultural districts and their role in developed and developing economies”, in V. Ginsbourg, D. Throsby, (eds.): *Handbook of the Economics of Art and Culture*, 2006.
- [31] D. Agapito, M. Sigala, „Experience management in hospitality and tourism: reflections and implications for future research”, *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 36(13), pp. 57-76, 2024.
- [32] J. Alegre, J Garau, „Tourist satisfaction and dissatisfaction”, *Annals of Tourism Research*, 37(1), pp. 52-73, 2010.
- [33] C.A. Băltescu , E.N. Untaru, „Exploring the characteristics and extent of travel influencers’ impact on Generation Z tourist decisions”, *Sustainability*, 17(1) Article Number: 66, 2025.
- [34] B. Radu, „Turismul cultural ca mijloc de valorificare a patrimoniului industrial în vederea regenerării economice a fostelor zone miniere”, *Revista Transilvană de Științe Administrative*, 33(2), pp. 138-158, 2013.

Trimiteri la alte acte legislative:

- Reg. (UE) Nr. 1303/2013; Reg. (UE) Nr. 1305/2013; Reg. (UE) Nr. 1407/2014; Hotărârea 226/2015.
- Patrimoniu Cultural imaterial: Legea 410/2005, Ordin 2436/2008, Legea 26/2008, Ordin 2491/2009.
- Patrimoniu Cultural imobil: Ordin 2071/2000, Ordonanță 43/2000, Legea 258/2006, Ordin 2392/2004, Ordin 2426/2005, Ordin 2103/2007, Legea 422/2001, Legea 468/2003, Legea 259/2006, Ordin

EUROINVENT WORKSHOP 2026

2684/2003, Hotărâre 493/2004, Ordin 2237/2004, Ordin 2260/2008, Ordin 2504/2008.

- Proiecte pe Patrimoniu Cultural mobil: Ordin 2035/2000, Hotărâre 886/2008, Lege 311/2003, Ordin 2297/2006, Ordin 2057/2007, Ordin 2185/2007.
- Proiecte pe conservare și restaurare: Hotărâre 1430/2003, Hotărâre 216/2004.
- Proiecte pe meșteșugari și artizani: Legea meșteșugarilor, Ordin 169/2013.
- Patrimoniu Natural, proiecte pe management deșeuri menajere: Legea 101/2006, Ordin 82/2015.

**CONTRIBUȚII LA TEORIA IDENTIFICĂRII DIN
PERSPECTIVA TRASEOLOGIEI JUDICIARE.
PARTICULARITĂȚI SPECIFICE PRIVIND CERCETAREA
UNOR CATEGORII DE URME, ÎN FUNCȚIE DE NATURA
SUPPORTULUI ȘI DE VARIABILITATEA FACTORILOR
INCIDENTI**

Vasile DROBOTĂ^{1,2}, Ion SANDU^{2,4,5,6}, Valeriu BUSUIOC¹,
Lucian LIPAN-GROSU¹, Ioan Cristinel NEGRU^{3*}

- ¹. *Inspectoratul de Poliție Județean din Iași, Str. Mihai Costăchescu, nr. 2, 700495, Iași, România*
- ². *Universitatea Alexandru Ioan Cuza Iași, Facultatea de Geografie și Geologie, Școala Doctorală de Geoștiințe, B-dul Carol I, Nr. 20A, 700405 Iași, România*
- ³. *Inspectoratul Teritorial al Poliției de Frontieră Iași, Str. G. Coșbuc, nr.3-5, 700470 Iași, Romania*
- ⁴. *Academia Oamenilor de Știință din România (AOSR), Str. Splaiul Independenței, nr. 54, Sect. 5, 050094 București, România*
- ⁵. *Universitatea Alexandru Ioan Cuza Iași, Institutul de Cercetări Interdisciplinare – Depart. Interdisciplinar Științe, Centrul ARHEOINVEST, B-dul Carol I, Nr. 11, 700405 Iași, România*
- ⁶. *Forumul Inventatorilor Români, Str. Sf. P. Movilă, nr. 3, Bl. L11, Sc. A, III/3, 700089 Iași, România*

*negru.cristi@gmail.com, 700506, Iași, Romania

Rezumat: *Lucrarea de față se axează pe aspecte considerate esențiale, legate de interpretarea unor categorii de urme care fac obiectul de studiu al traseologiei judiciare. Totodată, în cuprinsul lucrării sunt incluse discuții privind potențialul individualizator al urmelor, respectiv modul în care se reflectă caracteristicile definitorii ale obiectelor pe suporturile în cauză, sub influența unor factori variați, având ca premisă inițială și*

fundament activitățile experimentale efectuate în cadrul activităților de laborator într-o serie de cazuri selectate, luate în studiu și cercetate, scopul demersului fiind acela de a aduce o contribuție, pornind de la activitățile practice, la ceea ce reprezintă pilonul central al teoriei identificării, prin prisma și în sfera unui domeniu de bază al criminalisticii, ca știință cu un pronunțat caracter aplicativ.

Cuvinte cheie: *Traseologie; Urme și suporturi; Factori incidenți; Potențial individualizator; Identificare; Interpretare criminalistică.*

Introducere

Ca domeniu distinct al tehnicii criminalistice, traseologia se regăsește prin metodele și procedeele specifice în domenii variate sau, cu alte cuvinte, interferează și cu alte domenii, în special dintre cele ale tehnicii criminalistice, inclusiv cu domeniul denumit uzual expertiza tehnică a documentelor, unde pot fi întâlnite procedee de lucru specifice traseologiei, cum sunt: reconstituirea întregului din părțile componente [1,2], determinarea modului particular de rupere ori tăiere a extremităților și perforațiilor sau a urmelor de secționare, intenționată ori accidentală, ulterioară procesului de fabricare, ori analiza detaliată pentru determinarea caracteristicilor relevante (în sensul de a permite formularea unor concluzii de interes într-o anumită cauză) ale altor categorii de urme de pe suporturile de hârtie, cum este cazul urmelor periferice [3] ori negative, al urmelor formă de diferite tipuri, create prin contact direct, care pot fi și latente, al urmelor-materie, care pot fi valorificate din puncte de vedere multiple și nu în ultimul rând urmele care permit determinarea stării de conservare, respectiv transformările suferite de suport și de elementele adiacente de ordin fizic-material sau cele prin care se concretizează conținutul logic-informațional, privite atât separat, cât și în relația lor reciprocă, ajungându-se astfel la analizele specifice arheometriei, domeniu care face uz de foarte multe metode de lucru și procedee care se înscriu în sfera traseologiei.

Referindu-ne strict la domeniul traseologiei judiciare, în sensul restrâns al noțiunii, se poate afirma că este de neconceput să se realizeze

un studiu sistematic temeinic, atât din punct de vedere teoretic, cât și practic, fără o împărțire, pe deplin justificată, în subdomenii. Spre exemplu, expertiza urmelor de secționare a arborilor și materialelor lemnoase, nu poate fi realizată după aceleași proceduri specifice de lucru, ca și expertiza urmelor mijloacelor de transport sau expertiza denumită generic „tratarea seriilor pilită”, care interferează cu domeniul chimiei sau al fizicii, după caz (în funcție de metodele predominante de lucru selectate), fiind inclusă de către unii autori în lucrările de specialitate alături de expertiza documentelor [4,5]. În cele ce urmează vor fi prezentate o serie de aspecte considerate utile pentru interpretarea unor categorii de urme care nu sunt întâlnite frecvent în practica activității de laborator. Studiul și cercetarea acestora ridică un interes aparte, nu atât prin modul de clasificare al urmelor selectate, cât prin evidențierea importanței modului de influență a fenomenului de variabilitate, în ceea ce privește factorii cu incidență asupra procesului prin care sunt create urmele, respectiv a modului în care se pot reflecta în morfologia urmelor anumite caracteristici definitorii cu potențial individualizator, astfel încât să se poată realiza identificarea obiectului creator [6].

Partea experimentală

Materiale și metode

Pentru analiza eficientă a urmelor și a probelor de referință, respectiv pentru obținerea unor date și valori concrete, se recomandă utilizarea unor echipamente și softuri avansate cum este spre exemplu softul specializat LUCIA Forensic, incluzând meniuri și funcții variate [7] pentru examinări separate și comparative, începând cu etapa calibrării imaginilor în scopul aducerii la aceeași scară pe baza unităților metrice sau prin metoda *matching points*.

În afară de materialele considerate în litigiu, care se concretizează sub forma unor urme ale căror suporturi materiale pot fi diversificate (după cum reiese și din conținutul secțiunii următoare a lucrării), mai sunt utile și materiale-suport pentru realizarea modelelor de comparație pe cale experimentală, care este indicat să fie pe cât posibil foarte asemănătoare (din punct de vedere al caracteristicilor de bază) celor care conțin urmele

în litigiu, respectiv o serie de instrumente și materiale auxiliare, dintre care amintim: aparat foto, trusă universală de scule, unități metrice și alte obiecte de marcat, surse variate de iluminat, kituri pentru mulaje, lupe sau alte instrumente de mărire, respectiv echipamente de protecție (necesare în timpul efectuării activităților experimentale).

Studiul, respectiv analiza și interpretarea urmelor prin raportare la probele de referință obținute prin activitățile experimentale aferente, au fost efectuate în situații care au făcut obiectul expertizelor judiciare [8] motiv pentru care nu vor fi reproduse imagini de ansamblu ale persoanelor și obiectelor sau imagini unde sunt vizibile date confidentiale, cu atât mai mult cu cât astfel de aspecte sunt irelevante din punct de vedere al scopului lucrării de față. Astfel, pentru a oferi o imagine de ansamblu completă cu privire la ideile evidențiate, au fost selectate exemplificativ unele detalii considerate relevante, reprezentând argumente de bază pentru formularea concluziilor finale.

Rezultate și discuții

Examinarea leziunilor traumatice mecanice de pe corpul uman (în stare cadaverică) la nivelul feței și capului.

Ideea principală a materialului de față a prins contur în urma unei serii de lucrări cu o temă oarecum comună, cel puțin sub aspectul variabilității modului de reflectare a caracteristicilor definitorii, în urmele produse, de anumite obiecte, în funcție de factorii care au un impact considerabil asupra procesului în sine [9], lucrarea fiind structurată sub forma unui rezumat al activităților specifice în cadrul unei expertize traseologice efectuate pentru a clarifica problema leziunilor traumatice prezente la nivelul feței și capului unui cadavru. Obiectivul principal constă în identificarea instrumentelor cu care au fost produse urmele de violență fizică, pentru a se stabili printr-un mijloc de probă o legătură cu persoana de la care au fost ridicate acele obiecte, respectiv un cuțit și un ciocan.

Pentru identificarea cu exactitatea a leziunilor traumatice mecanice (a urmelor *loviturilor*) prezente la nivelul feței și capului, respectiv pentru efectuarea examinărilor generale și a analizei caracteristicilor particulare,

după examinarea acestora în starea inițială au fost selectate în special fotografiile dintre cele efectuate cu ocazia necropsiei, după toaletarea cadavrului, astfel încât să fie clar vizibile aspectele specifice definitorii, având în vedere faptul că în cazul fotografiilor de la fața locului, prezența unor substanțe fluide sau solidificate și a unor impurități aderente nu oferă vizibilitate deplină.

În cazul prezentat în continuare, expertiza traseologică vine ca o completare [10] la expertiza medico-legală efectuată anterior, obiectivele celor două tipuri de expertize fiind diferite. Pentru a facilita realizarea unei distincții între cele două expertize, aducem în atenție, cu referire și la situația în discuție, faptul că printre obiectivele expertizei medico-legală nu se poate număra „identificarea obiectului cu care au fost produse leziunile”. Astfel, prin analiza detaliată a zonelor de interes au fost identificate în zona feței o serie de leziuni traumatice vizibile din exterior, relevante respectiv valorificabile din punct de vedere traseologic [11], fiecare dintre acestea fiind produsă prin contact mecanic cu un corp dur, în ultima fază (cea a contactului direct și interacțiunii) procesul generator fiind, după caz, în principal static sau integral dinamic. La leziunile traumatice menționate ne vom referi în continuare ca urme ce redau modificările aduse stării inițiale ale țesuturilor și celorlalte elemente anatomice, urme care reflectă într-o măsură diferită de la o situație la alta și anumite caracteristici ale obiectului prin intermediul căruia au fost create [12].

Examinarea intrinsecă (separată) a urmelor considerate în litigiu

Leziunile identificate la nivelul feței, pretabile examinărilor traseologice, au fost ilustrate, atât în ansamblu, cât și separat, fiindu-le atribuit câte un număr de ordine pentru individualizare și fiind indicate caracteristicile de bază, cu precizarea că numerele de ordine ale leziunilor identificate pe fața cadavrului, analizate ca urme din punct de vedere traseologic, nu redau strict ordinea cronologică a producerii acestora sau succesiunea, acestea fiind utilizate doar pentru individualizare în cuprinsul lucrării, în ordinea dispunerii de la stânga la dreapta (conform obiectivelor expertizei).

Pentru exemplificare redăm în continuare pe scurt modul de descriere, din etapa examinărilor separate, atât a urmelor din categoria

celor dinamice, cât și a urmelor din categoria celor statice (urmele „3” și „4” au fost corelate printr-o serie de aspecte ce vor fi prezentate mai jos).

a. Urma individualizată prin cifra „1” are un aspect general liniar și formează un unghi de 55° cu segmentul dinspre interior al sprâncenei corespunzătoare ochiului drept, este ușor curbată spre axa verticală a feței și dispusă oblic (Fig. 1). Aceasta are lungimea de 26,2 mm, iar deschiderea canalului pe care îl formează la nivelul epidermei este cuprinsă între valorile 1,2 – 2,2 mm. Din punct de vedere al modului de formare urma are la bază un proces dinamic inclusiv în faza interacțiunii dintre suport și obiectul creator, cu margini neregulate la nivel local unde se observă particularități specifice zgârierii cu un obiect înțepător. Dintre caracteristicile particulare se evidențiază desprinderea parțială a unor fâșii minuscule în unele puncte și devierea capetelor acestora spre exteriorul canalului, respectiv ramificații oblice foarte scurte care duc din canalul principal înspre exterior.

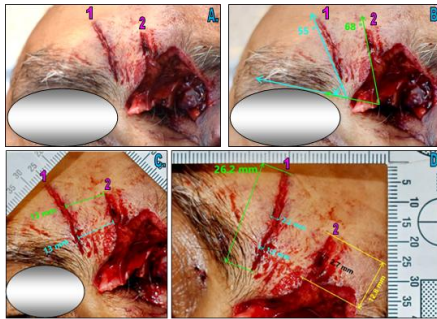


Fig. 1. Cadre în care apar urmele individualizate prin cifrele „1” și „2”, însoțite de marcaje care redau rezultatele unor măsurători efectuate cu ajutorul softului LUCIA Forensic (datele fiind prezentate anterior, cu ocazia descrierii)

b. Urma individualizată prin cifra „2” are de asemenea un aspect general liniar și formează un unghi de 68° cu segmentul dinspre interior al sprâncenei corespunzătoare ochiului drept, fiind plasată în partea dreaptă a urmei descrise anterior, la o distanță de aproximativ 13 mm, în plan cu treimea inferioară a urmei nr. „1” (în zona liniei verticale mediane a feței). Cea de-a doua urmă marcată pe fața cadavrului are o dispunere ușor oblică,

linia care delimitează capătul superior este oblic descendentă spre ochiul stâng, iar capătul inferior se oprește în marginea superioară a celei de-a treia urme în litigiu. Urma nr. 2 are o lungime de aproximativ 12,8 mm și o deschidere medie a canalului pe care îl formează la nivelul epidermei de aproximativ 2,7 mm. Marginile laterale au local un aspect neregulat, în zigzag, particularitățile acestuia fiind specifice zgârierii cu un obiect înțepător. Din punct de vedere al modului de formare urma are la bază un proces dinamic inclusiv în faza interacțiunii dintre suport și obiectul creator.

c. Urma individualizată prin cifra „3” se definește ca urmă-formă, în esență statică, având aspect general patrulater, cu dispunere în zona glabelară deasupra rădăcinii nasului spre ochiul stâng, cuprinzând sectorul dinspre interior al sprâncenei (care este deplasat împreună cu țesutul epitelial) și până în zona palpebrală, iar în partea superioară spre frunte întâlnind urma cu numărul „2” în zona mediană. Raportat la axa verticală a feței, această urmă poate fi asociată la prima vedere, prin formația sa, unei figuri rombice. Urma este creată în adâncime, distingându-se o latură dispusă oblic descendent spre ochiul drept (care are continuitate cu urma „2” în zona mediană), o latură oblic descendentă spre comisura interioară a ochiului stâng, aflată în vecinătatea rădăcinii nasului, o latură de formă neregulată, dispusă oblic ascendent la marginea pleoapei ochiului stâng, respectiv o latură oblic descendentă spre ochiul stâng (perpendiculară pe axa sectorului median al sprâncenei). Deși urma are un aspect panoramic de ansamblu rectangular, ce se distinge în special în porțiunea mai bine conturată, evidențiindu-se aspecte prin care poate fi încadrată ca formă generală în categoria figurilor geometrice patrulatere regulate, local, la nivelul detaliilor, se observă o serie de particularități care indică margini neregulate – aspecte care vor fi însă analizate în ultima parte a lucrării. De asemenea, înspre zona centrală a urmei și în profunzimea acestuia se observă fragmente de țesut de tipuri diferite, fluide și alte elemente cu dispunere neregulată care nu redau caracteristici suplimentare ale suprafeței de contact a obiectului creator. Dimensiunile urmei sunt: latura superioară – 31 mm, latura inferioară – 16 mm, marginea laterală stângă – 32 mm, iar marginea laterală din dreapta – 29 mm.

d. Urma individualizată prin cifra „4” se definește ca urmă-formă, în principal statică, având aspect general patrulater, cu dispunere oblică din zona globulară a ochiului stâng și până în zona mediană suborbitală a osului zigomatic. Raportat la axa verticală a feței, această urmă poate fi de asemenea asociată la prima vedere, prin conformația sa, unei figuri rombice. Urma este creată la suprafața țesuturilor, remarcându-se o dispunere similară cu cea a urmei nr. 3, prin cele două urme (nr. 3 și nr. 4) putând fi trasată o axă imaginară comună, pe direcție oblică din punctul median al zonei glabelare, trecând prin globul ochiului stâng și până în zona mediană a osului zigomatic stâng (Fig. 2). La fel ca și în cazul urmei nr. 3, deși urma nr. 4 are un aspect panoramic de ansamblu rectangular, evidențiindu-se aspecte prin care poate fi încadrată ca formă generală în categoria figurilor geometrice patrulatere regulate, local la nivelul detaliilor se observă o serie de particularități care indică margini neregulate cu unele particularități specifice – aspecte asupra cărora se va reveni în ultima parte a lucrării, cu ocazia examinărilor comparative.

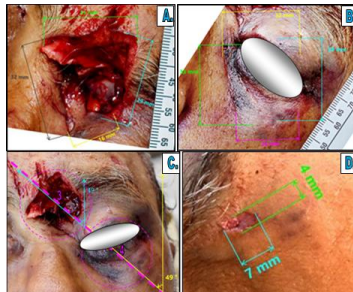


Fig. 2. Cadre care ilustrează: urma individualizată prin cifra „3” (A.), urma individualizată prin cifra „4” (B.), urmele individualizate prin cifrele „3” și „4” corelate (C.) și urma „5” (D.), respectiv rezultatele unor măsurători efectuate cu ajutorul softului LUCIA Forensic

De asemenea, în perimetrul delimitat de liniile de contur ale urmei se mai observă la exterior prezența unei concavități adâncite spre interiorul globului ocular (ca urmare a afectării țesuturilor și a celorlalte elemente componente), aceasta aflându-se ca plasament în zona pupilei cuprinzând și o parte a irisului, iar la nivelul straturilor exterioare ale pielii alte aspecte

specifice asupra cărora se va reveni, după caz, în cuprinsul ultimei părți a lucrării.

Dimensiunile urmei sunt următoarele: latura superioară are lungimea de 32 mm, marginile laterale au lungimea de 33, respectiv 34 mm, iar latura inferioară, unde urma indică o ușoară mișcare de alunecare a suprafeței de contact a obiectului creator, are lungimea de 26 mm.

De asemenea, se mai observă faptul că diagonală ce trece prin centrul celor două urme individualizate prin nr. 3 și nr. 4, formează un unghi de 49° cu liniile paralele axei verticale a feței, ce trec prin perimetrul descris de conturul exterior al urmelor, marginile laterale ale celor două urme fiind aproximativ aliniată pe diagonală, iar distanța dintre urme este relativ mică. Urmele nr. 3 și 4 au o conformație specifică interacțiunii cu partea activă a unui obiect dur cu suprafața de contact aproximativ plană de formă patrulateră neregulată la nivelul detaliilor locale.

e. Urma individualizată prin cifra „5” se încadrează în categoria urmelor dinamice, prezentându-se sub forma unei zone excoriate cu un contur general aproximativ rombic, ușor ascuțit în partea inferioară, leziunea fiind caracterizată prin detașarea epidermului (posibil și a dermului sau a hipodermului parțial, în punctele afectate mai în profunzime) cu formarea unor margini neregulate la nivelul detaliilor locale, unde se observă printre altele și desprinderea parțială a unei fâșii minuscule al cărei capăt este pliat înspre exteriorul zonei lezate. Urma nr. 5 este plasată deasupra sprâncenei corespunzătoare ochiului stâng, aproape de conturul superior al acesteia, fiind dispusă oblic descendent spre exterior. Din punct de vedere al modului de formare urma are la bază un proces dinamic inclusiv în faza interacțiunii dintre suport și obiectul creator, particularitățile acesteia fiind specifice zgârierii cu un obiect înțepător sau semiascuțit la vârf. Dimensiunile urmei sunt: lungimea 7 mm, iar lățimea maximă 4 mm.

Realizarea activităților experimentale și obținerea probelor model de comparație

Pentru efectuarea examinărilor comparative au fost create mulaje prin *presarea statică* a componentelor celor două instrumente puse la dispoziție, precum și amprente model de comparație realizate experimental în suporturi de natură diferită (din punct de vedere al proprietăților

materialului și formei exterioare, interesând posibilele zone de contact), imprimând mișcărilor de inițiere a proceselor generatoare energii diferite ca intensitate, respectiv traiectorii cu unghiuri diferite de impact prin raportare la fiecare axă a obiectului, cu luarea în considerare ca repere a caracteristicilor urmelor în litigiu (în sensul condițiilor și posibilităților reale de a fi create cu anumite componente ale instrumentelor înaintate). Neavând posibilitatea de a crea amprente model de comparație prin utilizarea ca suport a unor obiect de același tip cu cel pe care se află urmele în litigiu (partea cefalică a corpului uman), au fost utilizate materiale care pot reda caracteristicile părții active sau a componentelor care pot fi utilizate ca părți active în funcție de situație, astfel: dovleci de două tipuri, polistiren extrudat, benzi de cauciuc, material lemnos tip MDF (cu finisaj exterior lucios), respectiv două bucăți din partea superioară a unui cap de porcină. În continuare sunt ilustrate exemplificativ mulaje și amprente model de comparație realizate experimental, dintre care au fost selectate și amprente pentru demonstrație.

După cum se poate observa în imaginile următoare amprente sau urmele (Figurile 3-5) pe care le poate produce un anumit instrument pot avea un aspect diferit de la o situație la alta în funcție de condițiile concrete și de influența anumitor factori.

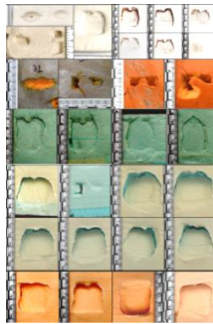


Fig. 3. Cadre care redau exemplificativ mulaje și amprente model de comparație realizate în chit universal pentru reparații, material tip MDF cu finisaj exterior lucios (ușă de mobilier), dovleci din specii diferite, respectiv bucăți de polistiren extrudat acoperit cu benzi adezive pentru reparații, folosind părțile active de la ambele capete ale ciocanului (de formă aproximativ plată, respectiv cu capăt bifurcat)

În aceeași ordine de idei, pe suprafața de contact a suportului este posibil să fie imprimată doar parțial forma unei părți componente ori a unei suprafețe a obiectului cu care se acționează, aceeași observație fiind valabilă și în cazul detaliilor și a particularităților care pot avea valoare individualizatoare.

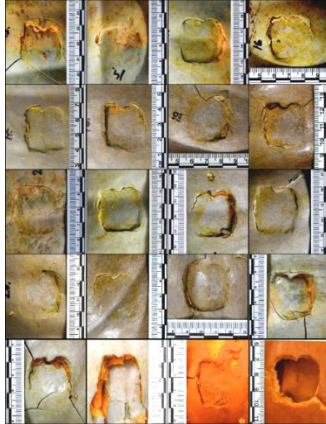


Fig. 4. Alte exemplificări cu amprente model de comparație realizate în doveci din specii diferite, unde se poate observa aspectul diferit de la o situație la alta în funcție de condițiile concrete și de influența anumitor factori, astfel încât pe suprafața de contact a suportului este posibil să fie imprimată doar parțial forma unei componente a instrumentului, observația fiind valabilă și în cazul detaliilor cu potențial individualizator

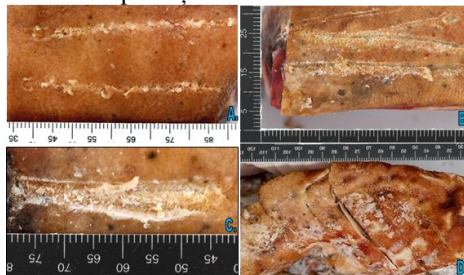


Fig. 5. Cadre cu exemplificări pentru amprente dinamice create pe cale experimentală cu pintenii ascuțiți de la nivelul gârzii mânerului, cu pintenii decorativi de la capătul mânerului, respectiv cu vârful și cu tăișul lamei cuțitului pus la dispoziție împreună cu ciocanul

Efectuarea examinărilor comparative între urmele în litigiu și amprente model de comparație realizate cu ocazia activităților experimentale

După realizarea modelelor de comparație au fost efectuate examinări comparative între urmele litigiu și mulajele, respectiv amprente model de comparație, fiind analizate în paralel și părțile active, respectiv componentele care ar fi putut produce urme de același tip cu cele în litigiu, ale instrumentelor puse la dispoziție, iar cu această ocazie s-au constatat următoarele:

a. Urmele în litigiu individualizate prin numerele de ordine „1” și „2” au fost create cu un obiect înțepător, prin mișcări care descriu trasee dinamice având ca rezultat excoriații (liniare) ale pielii, fără a reda suficiente caracteristici pentru identificarea obiectului creator sau pentru a se stabili dacă au fost produse cu același obiect. Caracteristicile celor două urme individualizate prin cifrele „1” și „2”, respectiv probele model de comparație realizate experimental cu cele două instrumente înaintate, indică faptul că aceste urme nu au fost create cu un obiect tăietor de tipul cuțitului pus la dispoziție sau cu unele componente cu rol ornamental de la nivelul mânerului acestui cuțit (cum sunt proeminențele din garda pentru protecție sau pintenii decorativi de la capătul mânerului), ori cu părțile active ale ciocanului.

b. Urma în litigiu individualizată prin cifra „3” prezintă caracteristici generale, dar și particulare cu valoare individualizatoare, coincidente cu cele de referință care se evidențiază în cadrul mulajelor și amprentelor model de comparație realizate experimental în materiale de diferite tipuri cu partea activă cu aspect aproximativ plan a ciocanului pus la dispoziție.

Menționăm faptul că forma particulară a conturului exterior, privit ca figură geometrică, respectiv dimensiunile marginilor, au o valoare orientativă, așa cum rezultă și din imaginile anterioare care redau exemplificativ modelele de comparație create experimental cu același instrument, fidelitatea cu care este preluată forma conturului, respectiv dimensiunile unor elemente de contur, fiind influențată considerabil de natura suportului, textura și conformația zonei de contact a acestuia, dar și de alți factori ce țin de dinamică, precum și de proprietățile materiale ale obiectelor direct implicate, de prezența și tipul elementului sau structurii

cu rol de contrasupport (pe care se sprijină suportul ce vine în contact direct cu obiectul creator) etc.



Fig. 6. Cadre care redau urma „3” (A.) prin raportare la una dintre amprentele model, care au fost realizate cu ocazia activităților experimentale (B.), salvate în cursul examinărilor comparative, pentru ilustrare, măsurătorile fiind efectuate, după calibrare și aducerea imaginilor la aceeași scară pe baza unităților metrice aplicate pentru fotografiere, cu ajutorul softului LUCIA Forensic

În ordinea de idei prezentată, cu ocazia analizelor detaliate, s-a constatat faptul că unele caracteristici particulare ale suprafeței de contact a ciocanului se reflectă doar în morfologia unora dintre amprentele model de comparație în funcție de factorii și condițiile concrete existente și implicate (Figurile 6 și 7).

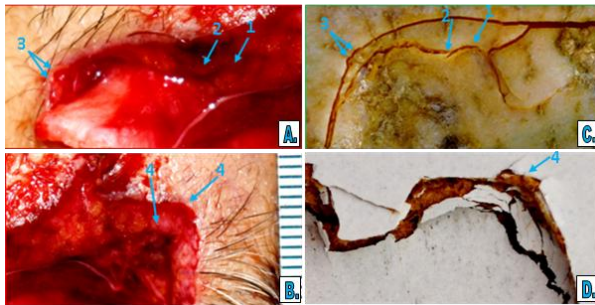


Fig. 7. Cadre care redau detalii ale urmei în litigiu „3” (A., B.) prin raportare la amprentele model de comparație, care au fost realizate cu ocazia activităților experimentale (C., D.), salvate în cursul examinărilor comparative, în care se observă particularități caracteristice coincidente ce redau elemente ale microreliefului din zona conturului exterior și din apropiere (spre interior)

c. Urma în litigiu individualizată prin cifra „4” prezintă de asemenea caracteristici generale, dar și particulare cu valoare individualizatoare, coincidente cu cele de referință care se evidențiază în cadrul mulajelor și amprentelor model de comparație realizate experimental în materiale de diferite tipuri cu partea activă cu aspect aproximativ plan a ciocanului pus la dispoziție pentru examinări.

d. Urma în litigiu individualizată prin cifra „5” a fost creată cu un obiect înțepător (ascuțit sau unghiular la vârf), printr-un traseu dinamic având ca rezultat producerea unei zone excoriate la nivelul pielii, fără a reda suficiente caracteristici pentru identificarea obiectului creator sau pentru a se stabili dacă a fost produsă cu același obiect cu care au fost create urmele „1” și „2”. Caracteristicile urmei nr. 5 (prezentate anterior), respectiv probele model de comparație realizate experimental cu cele două instrumente înaintate, indică faptul că urma în litigiu (nr. 5) nu a fost creată cu un obiect tăietor de tipul cuțitului pus la dispoziție sau cu unele componente cu rol ornamental de la nivelul mânerului acestui cuțit (cum sunt proeminențele din garda pentru protecție sau pintenii decorativi de la capătul mânerului), ori cu părțile active ale ciocanului.

Pentru exemplificare privind etapa examinărilor comparative ilustrăm în continuare o serie de aspecte care redau atât caracteristici generale, cât și caracteristici particulare coincidente, care prin cumulul lor au valoare individualizatoare.

De asemenea, cu ocazia examinărilor efectuate pentru selectarea fotografiilor necesare realizării demonstrațiilor, respectiv pentru clarificarea tuturor aspectelor care pot fi relevante, au fost descoperite în partea din spate a capului cadavrului alte urme-formă conturate la nivelul pielii (la îmbinarea dintre oasele parietale și occipital), care redau forme aproximativ patrulete, acestea având corespondent și la nivelul structurii osoase a craniului unde apar aspecte specifice hemoragiei, care coincid din punct de vedere al conturului celor de referință.

Concluzii

Identificarea, definită pe scurt ca un proces de stabilire a identității, dincolo de semnificația pur lexicală și logică a noțiunii, capătă o

semnificație aparte din punct de vedere al dificultății și implicațiilor corelative atunci când este plasată într-un context judiciar, necesitând de cele mai multe ori un efort considerabil, realizat în condițiile respectării unor proceduri de tipuri diferite și a unor standarde specifice, pentru a se obține rezultate valide, cu un scop care trebuie să fie bine determinat, astfel încât concluziile să constituie un suport real, indiferent de tipul acestora, în cadrul demersurilor comune de aflare a adevărului.

Referințe bibliografice

- [1] F. Ionescu, *Criminalistica*. vol. 1, Ed. Universitară, București, p.183. 2007.
- [2] L. Ionescu, D. Sandu, *Identificarea Criminalistică*, Ed. Științifică. București, pp. 123-127, 1990.
- [3] D. Voinea, C. Drăghici, I. Necula, *Categorii de urme care fac obiectul de studiu al tehnicii criminalistice*. Tip. H.G. CHIMICS S.R.L., București, p. 33, 2011.
- [4] O. Pop, I. Anghelescu, I. R. Constantin, M. Constantinescu, N. Dan, V. Manea, A. Radu, *Tratat practic de criminalistică*. Vol. III., Oficiul Economic Central „Carpați”, Întreprinderea poligrafică „Bucureștii Noi”, București, pp. 320-327, 1980.
- [5] V. Bercheșan, M. Ruiu, *Tratat de Tehnică Criminalistică*. Ed. Little Star, București, pp. 599-602, 2004.
- [6] G. Țîru, V. Lăpăduși, P. Z. Nenov, *Dicționar Român de Criminalistică* (ediție bilingvă). Tip. Triumph, București, pp. 139-143, 2013.
- [7] A. Iancu, *Manual de utilizare și proceduri de lucru – soft LUCIA Forensic*, I.G.P.R. - Institutul Național de Criminalistică. București, 2005.
- [8] E. Mihuleac, *Expertiza Judiciară*. Ed. Științifică, București, p.73-74, 1971.
- [9] I. Mircea, *Criminalistica*, Ed. Lumina Lex, București, p.106. 2001.
- [10] E. Stancu, *Tratat de Criminalistică*. Ed. Universul Juridic, București, p. 583, 2010.

- [11] S. Alămoreanu, Problematika expertizelor criminalistice – Note de curs pentru studii de master. Ed. Hamangiu, București, pp. 113-115, 2010.
- [12] L. Cârjan, Tratat de criminalistică. Ed. Pinguin Book, București, pp.180-181, 2013.
- [13] V. Drobotă, V. Busuioc, L. Lipan-Grosu, I. C. Negru, I. Sandu, “Cercetarea urmelor de pe suprafețe metalice, provenind de la trasee grafice poansonate ori gravate, care au suferit modificări din sfera noțiunii de fals,” EUROINVENT - INTERNATIONAL WORKSHOP, Scientific, Technological and Innovative Research in Current European Context, 17th edition, 09 May 2025, Iasi, Topics: Scientific Inquiries through Elective Elaborations, (ISSN: 2668-3229; ISSN-L: 2668-3229), Ed. PIM, Iasi, pp. 9-24, 2025.
- [14] * * *, Tratat practic de criminalistică, Vol. III, Oficiul Economic Central „Carpați”, Întreprinderea poligrafică „Bucureștii Noi”, București, 1980.
- [15] R. Zlatian, Tehnologiile de Imprimare. Ed. ADMA, Craiova, 2007.
- [16] J. H. J. Hollegie, Basic Knowledge Document Recognition +. Sdu Publishers, Den Haag, Nederland, 2004.
- [17] A. Gilberto, Scientific Methods and Cultural Heritage – An Introduction to The Application of Materials Science to Archaeometry and Conservation Science. Oxford University Press Inc., New York, U.S.A., 2010.
- [18] G. D. Dobrin, I. Pleșea, Balistica Judiciară – Aspecte teoretice și practice. A.C.R., Tip. HG. Chimics S.R.L., București, 2018.
- [19] I. Răducanu, Falsificarea Mărfurilor Industriale. Ed. ASE, București, 2002.
- [20] * * *, <https://ro.m.wikipedia.org> [accesat în 10.03.2026].

ALGORITHMIC CITIES: DATA-DRIVEN GENERATIVE URBANISM

Maria Sarah VLĂDESCU

*Ion Mincu University of Architecture and Urban Planning, 18-20, Academiei Str.,
010014, București, Romania*

Author corresponding: mariasarahvladescu@gmail.com

Abstract. *Algorithmic cities represent a paradigm shift in urban design, in which digital technologies reframing the city as a dynamic, data-driven system rather than a fixed, once-designed artefact. This article examines how algorithmic and computational models are transforming the urban design process, moving from static, plan-based methodologies toward generative, performance-oriented workflows. It highlights the integration of parametric design, geographic information systems (GIS), and real-time simulation tools to generate and evaluate multiple urban development scenarios, focusing on their capacity to optimize mobility flows, built-form density, and urban microclimate at scale. Drawing on case studies and methodological frameworks from recent AI-driven spatial-planning research, the piece argues that data-driven generative urbanism supports more adaptive, resilient, and sustainable urban configurations. To ground this discussion historically, the article contrasts the rigid, geometric order of Ildefons Cerdà's Barcelona Eixample grid and Georges-Eugène Haussmann's top-down restructuring of Paris against contemporary, feedback-driven, algorithmic urbanism. In doing so, it situates algorithmic cities within the broader epistemological transition from rational-comprehensive planning to adaptive, evidence-based urban governance.*

Keywords: *Algorithmic urbanism; Generative urbanism; Parametric urban design; Data-driven planning; GIS; Real-time simulation; Built density; Urban microclimate; Mobility optimization; Adaptive cities*

Introduction: From Static Planning to Algorithmic Urbanism

The city has long been represented as a legible, diagrammatic object - an ordered grid of streets, blocks, and monuments, captured once-and-for-all in the master plan. For much of the modern era, urban planning operated as a predominantly static exercise: experts defined long-term spatial visions, codified them in zoning regulations and land-use plans, and incrementally implemented them over decades. Think, for example, of Ildefons Cerdà's 1859 Barcelona Eixample, with its rigidly orthogonal streets and repetitive chamfered blocks, or Georges-Eugène Haussmann's mid-nineteenth-century restructuring of Paris, where broad axial boulevards and standardized building heights were imposed to assert order, circulation, and control. These models emphasized clarity, permanence, and predictability, imagining the urban form as a finished, largely immutable artefact rather than an evolving system.

In the twenty-first century, this paradigm is undergoing a profound recalibration. Digital technologies, particularly algorithms and data-driven computational models, are reconfiguring how cities are conceived, designed, and governed. Instead of treating the city as a fixed, once-designed entity, contemporary urbanism increasingly frames it as a dynamic, adaptive system that continuously responds to flows of information, people, and environmental conditions. This shift from static planning to algorithmic urbanism marks a transition from prescriptive, top-down master plans toward iterative, evidence-based design processes in which urban form is generated, evaluated, and refined through feedback loops between simulation, performance metrics, and real-world data. At the core of this transformation lies the use of algorithms to generate and test multiple urban development scenarios. Parametric design tools allow designers to encode design rules, constraints, and objectives into computational models, enabling the rapid exploration of thousands of

morphological configurations that respond to parameters such as solar exposure, wind patterns, pedestrian movement, or traffic loads. These models are increasingly coupled with geographic information systems (GIS) and real-time simulation platforms, which integrate spatial, demographic, infrastructural, and environmental datasets to simulate urban performance across competing scenarios. In this way, algorithmic urbanism is not merely about aesthetic novelty or technical sophistication; it is about redefining the very logic of urban design as a data-driven, performance-oriented practice.

The consequences of this shift are both technical and epistemological. Methodologically, urban design becomes a space of experimentation, where designers deploy generative models - such as genetic algorithms, cellular automata, or deep-learning-based frameworks like GAN-driven urban planners - to produce and evolve urban morphologies optimized for specific objectives, from mobility efficiency and energy use to thermal comfort and social access. At the same time, the conceptual understanding of the city changes: rather than a static object to be “solved” once for all, the city appears as a complex, adaptive system whose spatial configuration is continuously recalibrated in response to changing data inputs, environmental conditions, policy targets, and user behaviors.

Historical examples such as the Barcelona Eixample and the Haussmannian Paris therefore function today less as endpoints of design and more as instructive benchmarks against which to measure the new possibilities of algorithmic urbanism. Both projects sought universality and order through geometric regularity and top-down control; they assumed a stable, predictable future and privileged durability over adaptability. By contrast, data-driven generative urbanism embraces uncertainty, variability, and context-specificity, treating urban form as an emergent outcome of continuous interaction between models, data, and feedback. This introduction sets the stage for a more detailed exploration of how parametric design, GIS integration, and real-time simulation tools are being deployed to optimize key urban factors - mobility, built density, and urban microclimate - while cultivating a conception of the city as an adaptive, algorithmically mediated environment.

Theoretical Framework of Generative Urban Design

Generative urban design can be understood as a theoretical and methodological framework that conceives the city as an emergent outcome of formal rules, performance criteria, and data-driven feedback, rather than as a preconceived, fully specified plan. At its core, this framework melds ideas from cybernetics, systems theory, and computational design into a spatial practice that treats urban form as the product of algorithmic processes operating over complex, multi-scalar environments. Instead of relying solely on the designer's intuition or historical precedent, generative urban design encodes design intentions as parametric relationships and procedural rules, allowing spatial configurations to arise through iterative computation and evaluation.

A key theoretical departure lies in the notion of "design as computation." Traditional planning tends to separate conceptualization from implementation, treating the plan as a static blueprint that is then translated into built form over time. In contrast, generative urbanism posits that the design process itself is a computational procedure in which parameters, constraints, and objectives are formalized into a model that can be simulated, measured, and re-run with modified inputs. This approach aligns with parametric design theory, in which changes to one variable - such as street width, plot size, or building height - automatically propagate through a network of interdependent relationships, producing coherent yet variable urban morphologies across a range of scenarios.

Embedded within this parametric logic is an underlying systems-oriented perspective: the city is not treated as a collection of isolated objects but as a network of interrelated subsystems - movement, energy, land use, social interaction - that co-evolve over time. Generative urban design thus draws on complexity theory and adaptive systems thinking, where simple rules operating locally can give rise to complex global patterns, including emergent street networks, activity clusters, and density gradients. In this sense, the designer's role shifts from that of a master planner imposing a single, optimal form to that of a "meta-designer" who defines the rules and objectives within which urban configurations can emerge, adapt, and evolve. From a methodological

standpoint, generative urban design is grounded in the concept of performance-oriented design. Rather than judging alternatives primarily by their formal or aesthetic qualities, this framework evaluates urban proposals against quantifiable performance indicators such as travel times, pedestrian accessibility, daylight access, heat-island intensity, or energy demand. Algorithms are used to explore large design spaces, generating variants that satisfy or optimize these criteria under different boundary conditions, such as land availability, zoning regulations, or infrastructural layouts. This performance-driven orientation aligns generative urbanism with the broader turn toward evidence-based, data-driven planning, in which design decisions are informed by simulation and empirical feedback rather than historical habit or stylistic convention.

Importantly, this theoretical framework also implies a re-conceptualization of urban agency. In classic planning, agency is concentrated in institutions and professionals who produce fixed plans and enforce them through regulation. In generative urbanism, agency is distributed across multiple actors - designers, algorithms, citizens, sensors, and policy actors - whose inputs and behaviors continuously recalibrate the urban configuration through feedback loops. The city becomes a procedural field of negotiation, where generative models are not neutral tools but socio-technical apparatuses that embody particular values, assumptions, and power relations. Consequently, generative urban design must be understood not only as a technical method but as a governance mechanism that mediates how data, computation, and design interact to shape urban futures (Fig. 1).

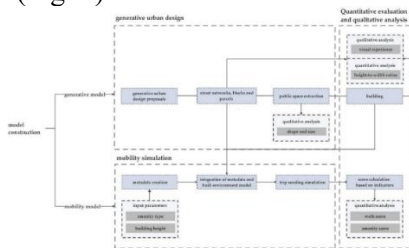


Fig. 1. A Parametric Framework to Assess Generative Urban Design Proposals for Transit-Oriented Development by Xiaoran Huang, Wei Yuan, Marcus White and Nano Langenheim

Algorithms and Computational Models in Urban Planning

The integration of algorithms and computational models into urban planning marks a decisive move from manual, intuition-driven design to systematic, data-rich workflows capable of exploring vast design spaces and simulating complex urban dynamics. In this context, algorithms are no longer mere tools for drafting or visualization; they become constitutive elements of the planning process, shaping how problems are framed, how alternatives are generated, and how decisions are evaluated. Through parametric scripts, optimization routines, and learning-based models, computational urbanism enables planners to treat the city as a dynamic, multi-objective system rather than a static configuration of streets and plots.

Parametric Urban Models

Parametric urban design relies on the formalization of design rules into computational relationships, so that changes in input parameters - such as plot division, street width, building height, or green-space ratio - automatically produce coherent variations in the urban fabric. This approach allows the rapid generation of numerous design variants, each embodying different trade-offs between density, connectivity, and open space. By coupling these scripts with geometric and topological constraints, parametric models can systematically explore how shifts in a given parameter affect the overall morphology of neighborhoods or districts, making explicit what were previously implicit design assumptions. In practice, parametric models are often embedded within integrated design environments where massing, circulation, and infrastructure can be iteratively adjusted in response to performance feedback. For example, street-network layouts or block typologies can be procedurally generated, then evaluated against metrics such as pedestrian route directness, vehicular capacity, or solar access. This iterative loop between generation and evaluation transforms the design process from a linear sequence into a cyclical, exploratory practice, where the “best” solution is not fixed in advance but emerges from the negotiation of multiple, often competing criteria.

Optimization and Evolutionary Algorithms

Beyond parametric manipulation, optimization algorithms - including genetic algorithms, particle-swarm optimizers, and other metaheuristic methods - play a central role in generative urban design. These computational techniques are particularly suited to multi-objective problems, where planners seek to balance mobility efficiency, built-form density, and environmental quality simultaneously. By encoding design objectives as fitness functions, optimization routines can search through large design spaces to identify configurations that approximate optimal trade-offs, rather than relying on a limited set of manually conceived scenarios. Evolutionary algorithms, for instance, operate by generating populations of design solutions, evaluating their performance, and then “breeding” improved variants through processes analogous to mutation and selection. Applied to urban form, such methods can produce block typologies, street networks, or zoning arrangements that efficiently distribute density while preserving pedestrian connectivity and microclimatic comfort. The result is not a single, ideal city but a set of high-performing alternatives that can be further refined in dialogue with stakeholders, regulations, and site-specific conditions.

Machine-Learning and Generative Models

Recent advances in machine learning have further expanded the algorithmic toolkit available to urban planners. Generative models, such as deep neural networks and generative adversarial networks (GANs), are increasingly used to learn spatial patterns from existing urban morphologies and then synthesize new configurations that adhere to similar structural and typological characteristics. These models can be trained on large datasets of built-form, land-use patterns, and infrastructural layouts, enabling them to propose urban scenarios that are both novel and contextually coherent. In some research frameworks, generative urban models are combined with optimization and simulation tools to close the loop between prediction and performance. For example, a GAN-based model might generate candidate layouts for a new district, which are then fed into environmental simulation software to assess

thermal comfort, wind flow, or daylight conditions. The resulting performance data can, in turn, be used to refine the generative model or to weight the selection of preferred alternatives. In this way, machine-learning-driven approaches not only augment the designer's imagination but also embed environmental and social performance criteria directly into the generative process.

Urban Simulation and Real-Time Feedback

Integral to the use of algorithms in urban planning is the capacity to simulate how proposed designs perform under dynamic conditions. Agent-based models, traffic micro-simulations, and microclimatic simulations allow planners to test how different configurations affect mobility patterns, pollution levels, and thermal comfort over time. These simulation tools can be integrated into the same computational environment as generative models, creating workflows where urban designs are continuously evaluated and adjusted in response to simulated outcomes. In the most advanced setups, such simulations are coupled with real-time or near-real-time data streams from sensors, traffic monitoring systems, and mobile-device networks. This enables the development of “live” urban models that continuously ingest new information about occupancy, movement, and environmental conditions, allowing planners to recalibrate design assumptions and policies as urban behavior evolves. In this sense, algorithms become mediating instruments through which the city reflexively adapts to its own performance, blurring the distinction between planning, operation, and governance.

Taken together, these algorithmic and computational approaches reconfigure urban planning as a highly iterative, feedback-rich practice. Rather than beginning with a fixed master plan that is gradually implemented, contemporary workflows often begin with a set of rules, objectives, and data sources, from which multiple, data-driven scenarios emerge. The role of the planner shifts from that of a sovereign designer to a curator and interpreter of algorithmic outputs, responsible for selecting, refining, and contextualizing computationally generated proposals within broader socio-political frameworks.

Parametric Design and Digital Workflows in Architecture and Urbanism

Parametric design has emerged as a central methodology in the transition from disciplinary architecture toward integrated, data-augmented urbanism. At its heart, parametric design treats geometry not as a fixed outcome but as a relational system in which form is defined by parameters, constraints, and logical dependencies. In architectural practice, this means that changes to a single variable - such as ceiling height, façade depth, or structural grid spacing - propagate automatically through an entire model, ensuring coherence across plans, sections, and elevations. In urban design, this logic is extended to the scale of blocks, streets, and districts, enabling designers to encode urban rules - plot subdivision, height limits, setback requirements, and open-space ratios - into computational workflows that generate coherent, rule-based morphologies at scale.

Encoding Urban Rules into Parametric Systems

Digital workflows in parametric urbanism typically begin by translating planning regulations and contextual conditions into computable parameters. For example, zoning heights, floor-area ratios, street widths, and green-space mandates can be formalized as numerical inputs that control the generation of building volumes, street networks, and public spaces. These rules are often embedded within visual scripting environments or custom code, allowing designers to toggle between alternative regulatory regimes and instantly observe how they affect urban density, legibility, and permeability. In this way, parametric systems make explicit the normally implicit consequences of planning codes, turning abstract policies into tangible, testable spatial configurations. By linking these urban rules to geometric generators - such as street-network engines, block-subdivision algorithms, or façade typologies - parametric workflows enable the rapid production of multiple design scenarios. A single urban block can be iteratively reshaped to accommodate different densities, parking requirements, or climate-responsive features, while maintaining compliance with underlying constraints. This capacity for variation within

a rule-bound framework aligns parametric urbanism with the logic of generative design, where urban form is treated as the outcome of a procedural script rather than a fixed, singular solution.

Integration of GIS and Spatial Analytics

A critical reinforcement of parametric workflows is their integration with geographic information systems (GIS) and spatial analytics. GIS data - such as land-use inventories, topographies, hydrological layers, and demographic distributions - provide the contextual backbone against which parametric models operate. By importing these datasets into parametric environments, designers can establish spatial dependencies between urban form and environmental or socio-economic conditions. For instance, building heights can be modulated according to solar exposure or noise levels, and street typologies can be adjusted in response to population density or accessibility requirements. This integration allows parametric models to move beyond abstract geometric experimentation toward contextually grounded design. Urban layouts can be generated in direct relation to existing infrastructures, environmental constraints, and mobility networks, ensuring that proposals are not only formally coherent but also materially and socially plausible. Moreover, by coupling parametric geometry with spatial analysis tools, designers can calculate and visualize metrics such as walkability indices, solar insolation, or viewsheds, embedding performance criteria directly into the design loop.

Real-Time Simulation and Performance-Driven Iteration

Contemporary parametric workflows increasingly incorporate real-time or near-real-time simulation tools as integral components of the design process. Lighting, energy, wind, and traffic simulations can be linked to parametric models so that changes in geometry or layout immediately update performance outputs. This feedback enables performance-driven iteration: designers can adjust parameters - such as building orientation, courtyard size, or tree-coverage ratios - and immediately observe how these choices affect energy demand,

microclimatic conditions, or traffic congestion. In this way, parametric design becomes not only a formal tool but a decision-support system that guides the selection of more efficient and sustainable configurations.

These workflows are particularly relevant at the district scale, where the interplay between built form, infrastructure, and environmental systems is complex and non-linear. By embedding simulation into the parametric pipeline, urban designers can test how different urban structures - dense mixed-use corridors, porous block typologies, or green-infrastructure networks - impact mobility flows, heat-island intensity, and energy consumption. The result is a design practice that continuously negotiates between spatial legibility and performance efficacy, producing urban morphologies that are both formally compelling and environmentally responsible.

From Disciplinary Tools to Collaborative Platforms

Beyond their technical capabilities, parametric tools and digital workflows are also reshaping the institutional and collaborative dimensions of architecture and urbanism. Traditional design practices often isolate disciplinary concerns - architecture, landscape, infrastructure, and governance - into separate arenas. In contrast, parametric workflows encourage interdisciplinary integration by providing a shared digital environment where multiple actors can manipulate, visualize, and evaluate urban proposals. Planners, engineers, environmental consultants, and policymakers can all interact with the same model, adjusting parameters and observing collective outcomes in real time. This shift toward collaborative platforms aligns parametric urbanism with contemporary notions of participatory and adaptive planning. Public feedback or stakeholder preferences can be translated into new constraints or objectives and fed back into parametric systems, allowing urban proposals to evolve in response to social and political considerations. In this sense, parametric design does not simply automate existing design practices; it reconfigures the temporal and relational structure of urban design itself, transforming it into a continuous, iterative, and multi-actor process in which the city is continually re-imagined and re-optimized.

GIS Integration and Data-Driven Urban Analysis

The integration of geographic information systems (GIS) into urban analysis represents a foundational step in the transition to data-driven urbanism. GIS provides a spatially explicit framework for organizing, visualizing, and interrogating heterogeneous datasets - ranging from land-use inventories and demographic statistics to mobility patterns and environmental sensors - enabling planners to move beyond qualitative description toward quantifiable, evidence-based reasoning. When coupled with parametric design and generative models, GIS transforms urban analysis into an iterative loop in which spatial data not only inform the initial design assumptions but also continuously shape and refine subsequent proposals.

Structuring Urban Data in Spatial Frameworks

At the conceptual level, GIS integration begins by structuring urban information within a common spatial reference system. Basemaps, cadastral parcels, road networks, and zoning boundaries are typically the first layers imported into a GIS environment, establishing a shared spatial canvas for analysis and design. These layers are then augmented with additional datasets - population density, building footprints, transit networks, and land-use classifications - allowing planners to construct multi-dimension follower models of the city. By aligning these diverse datasets to the same coordinate system, GIS enables the overlay and cross-analysis of socio-economic, infrastructural, and environmental variables, revealing spatial patterns that would remain invisible in non-spatial databases. Within this framework, GIS also supports the encoding of urban rules and constraints. Zoning regulations, height limits, and floor-area ratios can be represented as attribute data attached to spatial units such as parcels or planning sectors, making them computable inputs for parametric and generative models. This formalization allows designers to test how different regulatory regimes affect urban form, density distribution, and accessibility, turning abstract planning codes into measurable spatial outcomes. In this way, GIS becomes not only a

repository of urban data but a bridge between planning policy and spatial configuration.

Performance-Oriented Indicators and Spatial Metrics

GIS integration is central to the calculation of performance-oriented indicators that guide data-driven urban analysis. By applying spatial analysis tools, planners can derive metrics such as walkability indices, proximity to transit stops, floor-area ratio distributions, or green-space accessibility across a given territory. These metrics can be mapped and classified, highlighting spatial inequalities and inefficiencies - areas with poor pedestrian connectivity, over-concentrated density, or insufficient green infrastructure - that would be difficult to discern through planimetric analysis alone.

Moreover, GIS supports the integration of environmental and infrastructural data into urban performance evaluation. Solar radiation models, wind-flow simulations, and noise-propagation analyses can be anchored to precise geographic locations, enabling the assessment of microclimatic conditions and environmental quality at the scale of streets and blocks. When combined with building-geometry data, these analyses reveal how urban form influences thermal comfort, natural ventilation, and energy demand, providing a basis for optimizing design variables such as building orientation, street width, and canopy coverage. In this sense, GIS becomes the spatial backbone of performance-driven urbanism, linking form and function through quantifiable indicators.

From Static Snapshots to Dynamic Urban Models

Traditionally, GIS has been used to produce static thematic maps that represent a particular moment in time. However, in contemporary data-driven urbanism, GIS increasingly serves as the spatial engine of dynamic urban models that incorporate temporal and real-time data streams. By integrating time-series datasets - traffic counts, mobility patterns, occupancy rates, or air-quality measurements - planners can construct spatio-temporal models that capture how urban systems evolve over hours, days, or seasons. These dynamic models allow for the simulation of scenarios such as traffic congestion under peak-hour

conditions, pedestrian flows during events, or the cumulative impact of heat-island effects over summer months. In more advanced workflows, GIS is linked to simulation platforms and real-time data feeds, creating “live” urban models that continuously ingest new information from sensors, GPS traces, and mobile-device networks. This integration enables the development of adaptive urban analytics, where urban performance is monitored in real time and design or policy interventions are recalibrated accordingly. For instance, changes in traffic patterns or pedestrian density can trigger adjustments to street configurations, public-space allocations, or transit schedules, blurring the boundaries between planning, operation, and governance. In this context, GIS transcends its role as a mapping tool and becomes an active component of urban intelligence, mediating between data inputs and spatial decisions.

Bridging Technical Analysis and Participatory Planning

Beyond its technical functions, GIS integration also supports more transparent and participatory forms of urban analysis. By visualizing data in intuitive, map-based formats, GIS makes complex urban processes legible to non-specialists, including policymakers, community representatives, and citizens. Interactive dashboards and web-based GIS platforms allow stakeholders to explore spatial scenarios, compare alternative futures, and understand the trade-offs between different planning options. This transparency fosters dialogue and accountability, enabling stakeholders to engage with data-driven proposals in informed and meaningful ways.

At the same time, GIS can be used to incorporate community-generated data into urban analysis. Crowdsourced information - such as noise complaints, perceived safety ratings, or preferred walking routes - can be georeferenced and integrated into the same spatial environment as official datasets, enriching the analysis with local knowledge and lived experience. This hybridization of top-down and bottom-up data underscores the collaborative potential of GIS-supported urbanism, positioning it as a mediator between expert analysis and community participation. In this way, GIS integration not only advances the technical sophistication of urban analysis but also contributes to the democratization of data-driven

planning, reinforcing the idea of the city as an adaptive, socially embedded system rather than a purely computational artefact (Fig. 2).

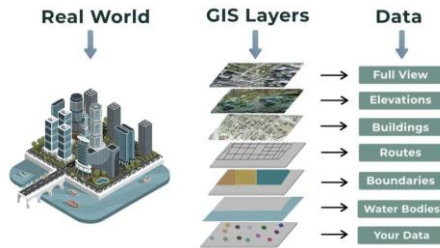


Fig. 2. Urban Planning & Management | Geospatial Solutions for Cities

Simulation Methods for Real-Time Urban Performance Evaluation

The contemporary shift toward algorithmic cities is inseparable from the rise of simulation methods that enable real-time evaluation of urban performance. Where traditional planning relied on static projections and post-construction assessments, current practices increasingly embed simulation tools into the design workflow, allowing planners to anticipate how different configurations will perform under dynamic conditions. These methods transform urban design from a one-off act of prediction into a continuous process of testing, calibrating, and refining, where the city is treated as a living system whose behavior can be modeled, monitored, and optimized in near-real time.

Agent-Based and Micro-Simulation Models

At the core of real-time urban performance evaluation are agent-based and micro-simulation models, which represent individuals, vehicles, or other entities as autonomous agents moving through a geospatial environment. In such models, each agent follows a set of behavioral rules - origin-destination patterns, route preferences, mode choices, or activity schedules - interacting with the urban environment and with one another. When applied to mobility, these simulations can reproduce traffic flows, congestion patterns, and transit-load variations

across different time intervals, revealing how changes in street layout, signal timing, or parking allocation affect overall network efficiency. Similarly, pedestrian-oriented simulations model how people move through streets, plazas, and building interiors, capturing factors such as crowd density, queuing, and circulation bottlenecks. By linking these models to parametric urban designs, planners can test how alternative street widths, block typologies, or program distributions influence walkability, accessibility, and safety. Because these simulations operate on a fine-grained temporal scale - often at the level of seconds or minutes - they provide a granular understanding of urban dynamics that complements coarse, aggregate metrics such as average travel times or trip counts.

Environmental and Microclimatic Simulations

Environmental simulation tools further extend real-time performance evaluation to the domain of urban microclimate and energy use. Microclimatic models calculate solar radiation, wind flow, humidity, and surface temperatures across a given urban area, enabling the assessment of thermal comfort and heat-island effects at the scale of streets and blocks. By integrating these simulations with parametric building and street geometries, designers can explore how different configurations - orientation, height-to-street ratios, courtyard designs, or green-roof coverage - affect local climate conditions, reducing overheating in pedestrian zones and improving natural ventilation.

Energy-performance simulations likewise allow designers to evaluate the energy demand of entire districts, considering heating, cooling, lighting, and equipment loads as functions of building typology, envelope properties, and urban form. When coupled with GIS layers representing building footprints, occupancy patterns, and land use, these models can generate detailed energy-use maps that highlight high-consumption clusters or under-performing areas. By embedding these simulations into the design workflow, urban planners can iteratively adjust form, density, and infrastructure to minimize energy demand and carbon emissions, aligning urban development with sustainability objectives.

Real-Time Data Integration and Live Urban Models

Perhaps the most transformative aspect of contemporary simulation methods is their integration with real-time data streams, creating what can be described as “live” urban models. By connecting simulation platforms to sensor networks, traffic-management systems, and mobile-device data, cities can continuously monitor conditions such as traffic speed, pedestrian density, air quality, and noise levels. These data feeds are then used to update and recalibrate simulation models, ensuring that predictions remain aligned with actual urban behavior. In practice, this integration allows for dynamic scenario testing and adaptive decision-making. For example, a traffic simulation can be updated in real time to reflect current congestion patterns, enabling traffic-management centers to adjust signal timings or reroute vehicles in response to emerging bottlenecks. Similarly, microclimatic simulations can be informed by live meteorological data, allowing landscape architects to adjust shading strategies or vegetation layouts to mitigate heat-island effects during heatwaves. In this way, real-time simulation becomes a feedback mechanism that closes the loop between observation, prediction, and intervention, transforming urban governance into a responsive, adaptive practice.

Visualization Dashboards and Decision-Support Systems

To make these simulations accessible and actionable, contemporary workflows increasingly rely on visualization dashboards and decision-support systems. These platforms combine simulation outputs with GIS-based maps, charts, and interactive controls, allowing planners, policymakers, and stakeholders to explore alternative scenarios and compare their performance across multiple metrics. For instance, a dashboard might display how different street-network configurations affect travel times, emissions, and pedestrian safety, enabling users to identify trade-offs and prioritize interventions.

Moreover, these dashboards can be designed to operate in real time, providing live feeds of urban performance that support ongoing monitoring and adjustment. By presenting complex simulation data in intuitive, visual formats, they facilitate communication between technical experts and non-specialists, fostering collaborative decision-making and collective

understanding of urban dynamics. In this sense, simulation methods not only enhance the technical sophistication of urban planning but also contribute to its transparency and accountability, positioning the city as a dynamic, data-mediated system whose performance is continuously evaluated and optimized. Simulation methods for real-time urban performance evaluation represent a critical component of algorithmic urbanism, enabling planners to anticipate, monitor, and respond to urban dynamics in ways that were previously impossible. By integrating agent-based and micro-simulation models, environmental and microclimatic simulations, and real-time data streams, these methods transform urban design into a continuous, adaptive process that responds to changing conditions and evolving needs. As cities become increasingly instrumented and interconnected, the role of simulation will only grow, reinforcing the idea of the city as a dynamic, data-driven system whose performance is continually evaluated and optimized in real time.

Optimizing Urban Systems: Mobility, Density, and Microclimate

The algorithmic reconfiguration of cities is most evident in the way contemporary urban planning seeks to optimize key systemic dimensions: mobility, built density, and urban microclimate. Rather than treating these as separate domains, data-driven generative urbanism approaches them as interdependent variables that must be negotiated simultaneously. Through parametric models, simulation tools, and real-time performance evaluation, designers and planners now aim to produce urban configurations that balance efficient circulation, high-quality density, and thermally comfortable environments, thereby contributing to more resilient and sustainable urban systems.

Mobility as an Optimized Flow System

In algorithmic urbanism, mobility is no longer conceived merely as a network of streets and transit lines but as a dynamic flow system that can be optimized for speed, safety, equity, and environmental impact. Agent-based and micro-simulation models allow planners to test how

different street geometries, intersection typologies, and modal distributions affect travel times, congestion, and accident risks. By linking these simulations to parametric urban layouts, it becomes possible to iteratively refine street networks - adjusting block size, block connectivity, and hierarchy of streets - to improve pedestrian permeability, reduce car-dependency, and enhance public-transit catchment. Mobility optimization also extends to the integration of shared-mobility systems, bike-lane networks, and multimodal hubs within the urban fabric. Parametric models can encode access-to-transit objectives, ensuring that a high proportion of dwellings and workplaces are within a short walking distance of key nodes. When combined with real-time traffic or GPS data, these models can be calibrated to reflect actual behavior patterns, allowing planners to anticipate and mitigate bottlenecks before they manifest at the physical level. In this way, mobility becomes a performance-oriented variable, continuously adjusted in response to simulation outcomes and empirical feedback.

Density as a Structured, Human-Scaled Condition

Built density is another central axis of optimization in data-driven urbanism. Rather than treating density as a monolithic metric - expressed simply as floor-area ratio or inhabitants per hectare - contemporary approaches decompose it into structured, human-scaled conditions that affect livability and resource efficiency. Parametric models allow designers to explore how different block typologies, plot subdivisions, and building heights distribute density across a territory, balancing the need for compact, transit-oriented development with the preservation of daylight, views, and social space.

Through simulation and spatial analysis, planners can evaluate how alternative density configurations affect pedestrian comfort, shadowing, noise exposure, and social interaction. For example, higher-density clusters can be located near transit nodes, with lower-density, more permeable typologies in peripheral areas, ensuring that density is not imposed uniformly but carefully staged across the urban gradient. Moreover, environmental simulations can reveal how compact forms influence heat-island intensity and wind patterns, guiding the design

of denser districts that remain thermally comfortable and well-ventilated. In this sense, density is no longer a static target but a continuously calibrated variable that responds to multiple performance criteria.

Urban Microclimate as a Design Objective

Microclimatic conditions represent a third, increasingly explicit objective of algorithmic urban design. Traditional planning often treated microclimate as a peripheral concern, if at all; in contrast, data-driven urbanism positions thermal comfort, solar access, and air quality as central design drivers. Microclimatic simulations calculate how urban form influences solar radiation, wind flow, humidity, and surface temperatures, enabling designers to test how changes in building height, orientation, street width, and vegetation coverage affect local climate conditions. By embedding these simulations into parametric workflows, planners can generate urban morphologies that actively mitigate heat-island effects, enhance natural ventilation, and reduce cooling demand. For instance, wider streets can be oriented to channel prevailing winds, while courtyards and green corridors can be strategically positioned to create shaded, cool micro-environments within dense districts. Vegetation-coverage ratios, canopy heights, and water-body distributions can also be parametrically adjusted and evaluated against microclimatic performance metrics, ensuring that environmental objectives are not added as afterthoughts but designed into the fabric from the outset.

Integrating Mobility, Density, and Microclimate

The true power of algorithmic urbanism lies in the integration of these three domains into a single, multi-objective optimization framework. Mobility, density, and microclimate rarely trade off in simple ways; dense, compact districts can enhance transit efficiency but may also exacerbate heat-island effects if not properly designed. Conversely, low-density, sprawling patterns may reduce heat-island intensity but increase car-dependency and energy consumption. By encoding these interdependencies into generative models and simulation environments, planners can explore trade-off surfaces that reveal how different configurations perform across competing criteria.

For example, a district-scale optimization might seek to maximize accessibility to transit, minimize pedestrian travel distances, and maintain acceptable thermal comfort levels, all while adhering to zoning and infrastructural constraints. Evolutionary or multi-objective optimization algorithms can produce sets of high-performing solutions that satisfy these criteria to varying degrees, allowing stakeholders to choose among alternatives based on their priorities. This approach transforms urban design from a single-objective exercise into a pluralistic negotiation, where mobility, density, and microclimate are not optimized in isolation but balanced within a coherent, context-specific framework.

In sum, the algorithmic optimization of mobility, density, and microclimate represents a paradigmatic shift in how urban systems are conceived and managed. By treating these dimensions as interdependent variables that can be modeled, simulated, and adjusted in real time, data-driven generative urbanism moves beyond static master plans toward dynamic, performance-oriented configurations. The result is a conception of the city as an adaptive system whose spatial structure continuously recalibrates to optimize movement, built form, and environmental quality, fostering more efficient, resilient, and livable urban environments.

Case Studies in Traditional Urban Planning: Barcelona and Paris

The historical transformation of Barcelona and Paris offers instructive benchmarks for understanding the shift from static, top-down planning paradigms to contemporary, algorithmic urbanism. In both cases, large-scale interventions sought to impose geometric order, hygiene, and circulation efficiency on existing urban fabrics, embodying a rational-comprehensive model of planning that assumed predictability, permanence, and centralized control. By examining these projects in detail, it becomes possible to contrast their fixed, once-designed logic with the flexible, data-driven, performance-oriented approaches that characterize algorithmic cities today.

Ildefons Cerdà and the Barcelona Eixample

Ildefons Cerdà's 1859 Eixample plan for Barcelona (Fig. 3) represents one of the most systematic attempts to encode urban principles into a geometric grid. Responding to the city's medieval core, which was perceived as overcrowded, unhygienic, and difficult to traverse, Cerdà proposed a rectilinear network of streets and blocks that would rationalize circulation, ensure uniform sunlight access, and distribute services equitably. The chamfered corners of the blocks, the standardized 113-meter block size, and the orthogonal 20-meter-wide streets were all calibrated to achieve specific objectives: improved ventilation, solar exposure, and ease of movement. In this sense, Cerdà's plan was not merely a formal exercise but an early attempt to translate socio-technical concerns - sanitation, mobility, and public health - into a legible, diagrammatic order. Yet the Eixample also exemplifies the limitations of static planning. Once established, the grid became difficult to modify without undermining its underlying geometric coherence. Although the plan allowed for internal variation within blocks - through different courtyard configurations and building typologies - its large-scale structure remained largely fixed, reflecting an assumption that urban form could be definitively solved once and for all. The plan's rigidity contrasts sharply with contemporary generative urbanism, in which street networks and block typologies are treated as variable, adaptive systems that can be recalibrated in response to changing mobility patterns, environmental conditions, or policy objectives. Cerdà's grid, in other words, anticipates the logic of urban rules but remains locked into a static, top-down configuration rather than evolving through feedback.



Fig. 3. Barcelona's Eixample district, with Antoni Gaudí's Sagrada Família in the foreground. Photograph: Amos Chapple/Rex

Haussmann's Transformation of Paris

In mid-nineteenth-century Paris, Georges-Eugène Haussmann's restructuring of the city pursued a very different but equally prescriptive vision of order and control. Under the patronage of Napoleon III, Haussmann oversaw the demolition of narrow medieval streets, the construction of broad axial boulevards, and the imposition of standardized building heights and façades. The resulting urban form was designed to facilitate military control, improve circulation, and enhance the legibility of the city's monumental core. By carving wide, straight avenues through dense neighborhoods, Haussmann reorganized Paris into a radial, hierarchical system that prioritized visibility, surveillance, and axial movement over the organic, incremental complexity of the pre-existing fabric. Haussmann's Paris, like Cerdà's Barcelona, operated on the premise that the city could be comprehensively reorganized through a single, coherent intervention. The plan's emphasis on monumentality, axuality, and visual order reflected a top-down conception of urban space, in which the planner's authority was expressed through the imposition of a definitive, unchanging structure. This approach, however, left little room for adaptability or incremental modification, as the boulevards and building typologies were intended to endure in perpetuity. The historical legacy of Haussmann's work thus underscores the tension between

stability and flexibility that characterizes traditional urban planning: the very coherence that made the plan effective in its time also made it resistant to later transformations (Fig. 4).



Fig. 4. The long, straight avenues that continue to dominate Paris (pictured here around 1870) were a key feature of Baron Haussmann's rebuilding plans.

Photograph: Alamy

Contrasting Static Order with Dynamic Adaptation

Taken together, the Eixample and Haussmann's Paris illustrate the epistemological foundations of pre-digital urbanism: the belief that the city could be rationally ordered, visually legible, and permanently structured through centralized planning. In both cases, geometric regularity, standardized typologies, and fixed spatial hierarchies served as the primary instruments of control, reflecting a world in which urban data was limited, communication was slow, and feedback loops between design and performance were minimal. These plans assumed that the city's future could be predicted and encoded into a single, comprehensive blueprint, with little need for continuous recalibration.

In contrast, contemporary algorithmic urbanism rejects the notion of a once-designed, immutable city. Instead, it conceives urban form as an emergent, adaptive system that continuously responds to flows of data, behavior, and environmental conditions. Rather than imposing a fixed grid or axial system, generative urbanism seeks to establish flexible rules and performance criteria that can be adjusted over time. For example, street

networks and block typologies can be optimized in response to real-time mobility data, while microclimatic conditions and density distributions can be recalibrated in light of changing environmental or social priorities. In this sense, the historical case studies of Barcelona and Paris serve as instructive counterpoints to contemporary practice, highlighting the transition from static, top-down planning to dynamic, data-driven, and participatory urbanism. By comparing these traditional interventions with the iterative, performance-oriented workflows of algorithmic cities, it becomes possible to grasp the full scope of the paradigmatic shift underway in urban design. Where Cerdà and Haussmann sought to impose order through fixed geometries and centralized authority, contemporary planners seek to cultivate adaptability through flexible rules, continuous feedback, and collaborative decision-making. The legacy of Barcelona and Paris thus endures not as a set of final solutions but as a foundation upon which new, more responsive forms of urbanism can be built.

From Fixed Grids to Adaptive Systems: A Comparative Analysis

The evolution from fixed, geometric grids - such as Cerdà's Barcelona Eixample and Haussmann's Parisian boulevards - to contemporary adaptive, algorithmically mediated urban systems marks a fundamental shift in the epistemology of urban planning. Where the former relied on predetermined, largely immutable spatial orders, the latter treats the city as a contingent, responsive, and continuously recalibrated environment. This comparative analysis highlights key conceptual, methodological, and practical differences between fixed-grid planning and adaptive, data-driven urbanism, demonstrating how digital technologies have redefined the relationship between design, performance, and governance.

Conceptual Shifts: From Permanence to Contingency

Fixed-grid planning presupposes that the city can be definitively ordered once, through a coherent geometric framework that will endure over time. In Cerdà's Eixample, the orthogonal grid and chamfered blocks were conceived as a universal solution to hygiene, mobility, and sunlight

access, while Haussmann's Parisian boulevards aimed to impose visual legibility and political control through radial axes and monumental vistas. Both projects operated under the assumption that the urban form could be solved in advance, with minimal need for subsequent modification. In contrast, adaptive systems treat urban form as contingent rather than absolute. The city is no longer envisioned as a finished artefact but as an evolving configuration that responds to shifting demographic, environmental, and technological conditions. Algorithmic urbanism accepts uncertainty and variability as constitutive features of the urban environment, embedding feedback mechanisms that allow spatial structures to be continually adjusted. This conceptual shift reflects a broader move from modernist certainty to post-modern contingency, in which flexibility and adaptability are valued over permanence and fixity.

Methodological Differences: From Static Design to Iterative Generation

Methodologically, fixed-grid planning relied on manual drafting, geometric calculation, and centralized decision-making, with little room for iteration or simulation. Designers produced a single, definitive plan that was then implemented over decades, often with minimal capacity to evaluate its performance in real time. Adjustments, when they occurred, were typically reactive and incremental, responding to crises or unforeseen consequences rather than to continuous monitoring. In adaptive systems, design becomes an iterative, computational process in which multiple scenarios are generated, tested, and refined. Parametric models, optimization algorithms, and simulation tools enable designers to explore vast design spaces, evaluating alternatives against performance criteria such as mobility efficiency, built density, and microclimatic comfort.

This iterative workflow allows for continuous refinement, where urban configurations are not fixed in advance but emerge through cycles of generation, evaluation, and recalibration. The result is a more responsive design practice, capable of anticipating and adapting to changing conditions rather than merely reacting to them.

Practical Implications: From Centralized Control to Distributed Governance

The practical implications of this shift are equally profound. Fixed-grid planning was characterized by centralized authority, with a small number of planners and institutions wielding significant power over the urban form. In Cerdà's Barcelona and Haussmann's Paris, the state played a dominant role in shaping the city, often at the expense of local communities and incremental, organic development. The rigid, top-down nature of these interventions frequently led to social displacement and the erasure of existing urban fabrics, as the planners prioritized order and visibility over diversity and adaptability.

In contrast, adaptive systems distribute governance across multiple actors, including planners, policymakers, citizens, and algorithms. Data-driven urbanism facilitates participatory and collaborative planning, where diverse stakeholders can engage with urban proposals through interactive dashboards, simulations, and visualization tools. This distributed governance model enhances transparency and accountability, allowing for more inclusive decision-making and a greater responsiveness to local needs and preferences. Moreover, the continuous feedback loops between design, performance, and behavior enable urban systems to evolve in ways that reflect the lived experiences of their inhabitants, rather than the abstract visions of a centralized authority.

Synthesis: Fixed Grids as Foundational, Adaptive Systems as Evolutionary

In synthesizing these differences, it becomes clear that fixed grids and adaptive systems are not mutually exclusive but represent different stages in the evolution of urban planning. The geometric regularity and rational order of Cerdà's Eixample and Haussmann's Paris laid the groundwork for modern urbanism, demonstrating the power of centralized planning to reshape cities on a grand scale. However, the rigidity and permanence of these interventions also revealed their limitations, as they struggled to accommodate changing conditions and diverse needs. Contemporary adaptive systems build upon these foundations, integrating the lessons of fixed-grid planning with the flexibility and responsiveness

of digital technologies. By treating the city as a dynamic, data-mediated environment, algorithmic urbanism seeks to reconcile the coherence and legibility of fixed grids with the adaptability and inclusivity of organic, incremental development.

This synthesis represents a paradigmatic shift in urban planning, moving from static, once-designed grids to adaptive, continuously recalibrated systems that can evolve in response to the complex, multifaceted realities of contemporary urban life.

The City as a Dynamic, Self-Adjusting System

The contemporary reinterpretation of the city as a dynamic, self-adjusting system marks a decisive departure from the classical understanding of urban form as a fixed, once-designed artefact. In this new paradigm, the city is no longer conceived as a stable configuration of streets, blocks, and buildings, but as a complex, multi-scalar system that continuously responds to flows of data, people, and environmental conditions. Digital technologies, particularly algorithms and data-driven models, have enabled planners to conceptualize urban space as an evolving, feedback-rich environment that can recalibrate its structure in response to changing inputs, behaviors, and constraints.

Conceptual Foundations of the Self-Adjusting City

At the conceptual level, the idea of the self-adjusting city draws on systems theory, complexity science, and cybernetics, which emphasize the interdependence of individual components within a larger whole. In this framework, the city is understood as a network of subsystems - mobility, energy, land use, social interaction, and governance - that co-evolve over time. Rather than assuming that urban form can be definitively solved through a single master plan, this perspective acknowledges that urban dynamics are inherently non-linear, context-dependent, and subject to continuous change. Algorithms and computational models act as mediators within this system, encoding the relationships between inputs and outputs, and providing a mechanism for continuous feedback and adaptation. By formalizing design rules, performance criteria, and constraints into computational procedures, planners can simulate how different

configurations respond to shifting conditions, such as changes in population density, mobility patterns, or environmental variables. This feedback loop allows the city to self-adjust, not through a single, centralized intervention, but through distributed, incremental modifications that respond to local and global conditions.

Data-Driven Feedback Loops and Continuous Calibration

One of the defining features of the self-adjusting city is the integration of real-time data streams and feedback loops into the planning and governance process. Sensors, GPS traces, mobile-device data, and environmental monitoring systems provide continuous inputs that capture the behavior of urban systems in real time. These data streams are fed into simulation platforms and decision-support systems, where they are used to update models, refine predictions, and recalibrate design assumptions. For example, traffic sensors can detect congestion patterns and feed this information into simulation models that adjust signal timings or reroute vehicles to optimize flow. Similarly, microclimatic sensors can monitor temperature, humidity, and wind patterns, allowing planners to modify urban configurations - such as street width, building height, or vegetation coverage - to improve thermal comfort.

In this way, the city becomes a responsive environment that continuously adjusts its structure in response to changing conditions, blurring the boundaries between planning, operation, and governance.

Distributed Agency and Collaborative Governance

The self-adjusting city also implies a re-distribution of agency across multiple actors. Rather than concentrating decision-making power in a small number of planners or institutions, this model distributes agency among designers, policymakers, citizens, and algorithms. Data-driven urbanism facilitates participatory and collaborative planning, where stakeholders can engage with urban proposals through interactive dashboards, simulations, and visualization tools. This distributed governance model enhances transparency and accountability, allowing for more inclusive decision-making and a greater responsiveness to local needs and preferences.

Moreover, the continuous feedback loops between design, performance, and behavior enable urban systems to evolve in ways that reflect the lived experiences of their inhabitants, rather than the abstract visions of a centralized authority. In this sense, the self-adjusting city is not only a technical or computational construct but a socio-political one, shaped by the interactions and negotiations of diverse actors.

Implications for Urban Design and Planning

The reconceptualization of the city as a dynamic, self-adjusting system has profound implications for the practice of urban design and planning. Traditional planning, characterized by static master plans and long-term projections, is increasingly giving way to iterative, performance-oriented workflows that prioritize adaptability and responsiveness. Planners are no longer expected to produce definitive solutions but to establish flexible rules and criteria that can be adjusted over time. This shift requires a re-definition of the planner's role, from that of a sovereign designer to a curator and interpreter of algorithmic outputs. Planners must navigate the tension between technical sophistication and social equity, ensuring that data-driven interventions do not exacerbate existing inequalities or erode public trust. Moreover, they must engage with the ethical and political dimensions of algorithmic urbanism, addressing concerns about data privacy, surveillance, and the distribution of benefits and burdens.

In sum, the city as a dynamic, self-adjusting system represents a paradigmatic shift in urban planning, moving from fixed, once-designed configurations to adaptive, continuously recalibrated environments. By embracing the complexity and contingency of urban life, this model seeks to foster more resilient, equitable, and livable cities that can evolve in response to the changing needs and aspirations of their inhabitants.

Implications for Sustainable and Resilient Urban Futures

The transition toward algorithmic, data-driven urbanism carries profound implications for the pursuit of sustainable and resilient urban futures. By repositioning the city as a dynamic, self-adjusting system,

contemporary planning practices are increasingly capable of integrating environmental, social, and infrastructural concerns into a single, coherent framework. Algorithmic methods do not merely offer new tools for efficiency; they redefine how sustainability and resilience are conceptualized, measured, and operationalized across multiple scales of urban life (Fig. 5).

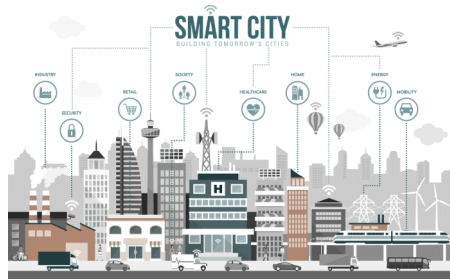


Fig. 5. Resilient Urban Economies: A Catalyst for Productive Futures

Enhancing Environmental Sustainability

From an environmental perspective, the integration of parametric models, simulation tools, and real-time data enables planners to systematically optimize energy use, carbon emissions, and ecological footprints. Mobility-oriented simulations, for instance, allow the design of compact, transit-oriented districts that minimize car dependency and promote walking, cycling, and public transport. By evaluating alternative street networks and land-use configurations against indicators such as vehicle kilometers traveled, energy consumption, or emissions per capita, algorithmic urbanism supports the creation of low-carbon urban forms that align with climate-mitigation targets. Simultaneously, microclimatic and environmental simulations facilitate the design of thermally efficient districts that reduce heat-island effects and cooling demand. By adjusting building heights, orientations, courtyard dimensions, and vegetation coverage in response to solar, wind, and shading data, planners can generate configurations that improve natural ventilation, daylight access, and thermal comfort.

These performance-driven strategies transform sustainability from a secondary concern into a primary design driver, embedding ecological criteria directly into the generative process rather than treating them as ex post facto interventions.

Strengthening Urban Resilience

Resilience, understood as the capacity of urban systems to absorb, adapt to, and recover from shocks and stresses, is similarly enhanced through algorithmic approaches. By simulating the impacts of extreme events - heatwaves, floods, storms, or seismic activity - planners can identify vulnerable areas and test the effectiveness of adaptive interventions, such as green infrastructure, flood-resilient layouts, or emergency evacuation networks. Real-time monitoring systems further reinforce resilience by enabling early detection of critical conditions, such as rising water levels or extreme temperatures, and triggering adaptive responses in infrastructure and governance.

Moreover, the iterative nature of generative urbanism supports the development of flexible, multi-scenario planning strategies that anticipate uncertainty rather than assuming predictability. Instead of relying on a single, fixed master plan, planners can generate and evaluate multiple futures, each reflecting different climate projections, demographic trajectories, or economic conditions. This scenario-based approach fosters adaptive governance, where policies and infrastructures are designed to evolve in response to emerging risks rather than remaining locked into static configurations.

Social Equity and Inclusive Urban Futures

The implications of algorithmic urbanism extend beyond environmental and infrastructural concerns to the social dimensions of sustainability and resilience. By integrating diverse datasets - including demographic distributions, mobility patterns, and community-generated inputs - planners can identify spatial inequalities and design interventions that promote accessibility, affordability, and social cohesion. For example, simulations can reveal underserved neighborhoods with limited access to transit, green space, or essential services, enabling the prioritization of

investments that reduce spatial disparities. At the same time, participatory dashboards and visualization tools open up algorithmic processes to public scrutiny, fostering transparency and accountability. Citizens can engage with proposed scenarios, compare their performance across different metrics, and contribute to the refinement of urban proposals. This inclusive dimension of data-driven planning reinforces the notion of resilience as not only a technical capacity but a social one, rooted in the ability of communities to participate in and shape their urban environments.

However, the deployment of algorithmic tools also raises ethical concerns about data privacy, surveillance, and algorithmic bias. If not carefully governed, data-driven planning may reinforce existing inequalities or prioritize efficiency over equity. Ensuring that algorithmic models incorporate diverse perspectives, transparent criteria, and mechanisms for redress is therefore essential to the realization of sustainable and resilient urban futures.

Synthesis: Toward Adaptive, Equitable Urbanism

In synthesizing these implications, it becomes clear that algorithmic urbanism offers a powerful framework for advancing sustainability and resilience, provided that it is guided by ethical and participatory principles. By treating the city as a dynamic, self-adjusting system, planners can design urban forms that respond to environmental, social, and infrastructural challenges in integrated and adaptive ways. The result is a vision of urban futures that are not only more efficient and resilient but also more equitable, inclusive, and responsive to the diverse needs and aspirations of their inhabitants. In this context, sustainability and resilience are not static endpoints but ongoing processes, continually evaluated and recalibrated through data, feedback, and collaboration.

The city, as an algorithmic entity, becomes a living laboratory for experimentation, adaptation, and innovation, where the pursuit of sustainable and resilient futures is embedded in the very fabric of urban life.

Challenges, Limitations, and Ethical Considerations

While algorithmic, data-driven urbanism offers powerful tools for generating and optimizing urban form, it is accompanied by significant challenges, limitations, and ethical dilemmas that must be critically addressed. The very qualities that make algorithmic cities compelling - speed, scalability, and apparent objectivity - can also obscure power relations, reinforce inequalities, and constrain democratic participation. Recognizing these tensions is essential for ensuring that generative urbanism contributes to sustainable, equitable, and resilient urban futures rather than merely amplifying existing urban pathologies.

Technical and Practical Limitations

From a technical standpoint, algorithmic urbanism faces several inherent limitations. First, the quality of outcomes is heavily dependent on the quality, completeness, and representativeness of input data. Incomplete datasets, spatial biases, or outdated information can produce misleading simulations and flawed design recommendations, particularly in informal settlements or underserved areas where data coverage is sparse. Moreover, the complexity of urban systems means that models necessarily simplify reality, abstracting away social, cultural, and historical dimensions that are difficult to quantify but crucial to lived experience. Second, many algorithmic workflows remain computationally intensive and require specialized expertise, limiting their accessibility to smaller municipalities or non-state actors. Parametric scripts, simulation engines, and machine-learning models often depend on proprietary software, high-performance computing, and domain-specific training, which can reproduce technological inequalities between well-resourced agencies and resource-constrained communities. Finally, the reliance on rigid rules and objective functions risks producing homogenized urban forms, where optimization for efficiency or performance inadvertently suppresses diversity, informality, and adaptive reuse.

Governance, Power, and Transparency

The deployment of algorithms in urban planning also raises profound questions about governance, power, and transparency. When

design decisions are increasingly mediated by computational models, the locus of decision-making shifts from visible political arenas to opaque technical infrastructures. Algorithms can encode and naturalize particular values - such as speed, density, or economic productivity - while marginalizing others, such as social equity, cultural heritage, or environmental justice. Because these values are embedded in code, data structures, and modeling assumptions, they are often invisible to the public and difficult to challenge. Furthermore, the integration of real-time data and surveillance technologies creates new forms of urban governance that blur the boundaries between planning and policing. Mobility tracking, facial recognition, and sensor networks can be used to optimize traffic flows or environmental conditions, but they can also be repurposed for crowd control, social sorting, or disciplinary regulation. Without robust legal and institutional safeguards, algorithmic urbanism risks reinforcing authoritarian tendencies, undermining civil liberties, and eroding public trust in urban governance.

Ethical and Social Equity Concerns

At the heart of these debates lie ethical considerations about fairness, accountability, and social equity. Algorithmic models are not neutral; they inherit and reproduce the biases present in their training data and design assumptions. For example, predictive models that prioritize economic activity or property values may systematically neglect marginalized neighborhoods, leading to under-investment in social infrastructure, green space, or affordable housing.

Similarly, optimization for efficiency - such as minimizing travel time or maximizing throughput - can exacerbate inequalities by privileging mobile, affluent populations over those with limited mobility or resources. Participatory and inclusive urbanism is further complicated by the technical complexity of algorithmic tools. When dashboards and simulations are designed primarily for experts, non-specialist stakeholders may struggle to engage meaningfully with proposed scenarios or to contest the assumptions underlying them. Moreover, the use of proprietary software or closed-source algorithms limits the ability of communities to

scrutinize, modify, or co-produce urban design processes. To address these concerns, planners must develop transparent, open, and participatory frameworks that demystify algorithmic processes and enable collective deliberation over urban futures.

Data Privacy, Surveillance, and Algorithmic Bias

The integration of real-time data streams into urban models also intensifies concerns about data privacy and surveillance. As cities become more instrumented, the collection of personal information - such as location data, mobility patterns, or consumption habits - raises questions about consent, storage, and misuse. Without clear regulatory frameworks, this data can be exploited for commercial purposes, political manipulation, or discriminatory profiling. Algorithmic bias further compounds these risks, as models trained on historically biased datasets may perpetuate or amplify existing inequalities, such as redlining or spatial segregation. Addressing these challenges requires a multi-pronged approach that combines technical, legal, and institutional measures. On the technical side, planners can adopt privacy-preserving techniques, such as anonymization, aggregation, or differential privacy, to minimize the exposure of sensitive information. On the legal side, robust data-protection regulations and algorithmic accountability frameworks are needed to govern the collection, use, and sharing of urban data. Institutionally, independent oversight bodies, citizen advisory boards, and participatory review processes can help ensure that algorithmic systems are transparent, fair, and responsive to public concerns.

Toward Reflexive, Ethically Grounded Urbanism

In synthesizing these challenges, it becomes clear that algorithmic urbanism must be approached reflexively and critically. The promise of data-driven, performance-oriented design is contingent on the development of ethical, transparent, and inclusive practices that prioritize social justice alongside technical efficiency. Planners and policymakers must resist the temptation to treat algorithms as neutral or infallible tools, recognizing instead their embeddedness in broader socio-political contexts. By fostering interdisciplinary collaboration, public engagement,

and democratic oversight, algorithmic urbanism can be reoriented toward the creation of urban futures that are not only adaptive and resilient but also equitable and humane.

Conclusion: Toward Continuously Evolving Cities

The trajectory traced in this work - from the fixed grids of Barcelona and Paris to the algorithmically mediated, data-driven urbanisms of the present - reveals a fundamental redefinition of what a city is and how it can be planned. The classical model of the city as a legible, once-designed artefact, inscribed into a master plan and implemented over decades, is giving way to a more fluid understanding of the urban environment as a continuously evolving system. In this new paradigm, urban form is no longer conceived as the endpoint of a single, definitive design process but as the emergent outcome of ongoing recalibration between algorithms, data, environment, and social practice. Algorithmic cities are, in this sense, cities in perpetual becoming. Parametric design, GIS integration, real-time simulation, and generative models provide the technical infrastructure through which urban morphologies can be tested, refined, and reconfigured in response to shifting mobility patterns, demographic structures, environmental conditions, and policy objectives. The optimization of mobility, density, and microclimate no longer represents the pursuit of an ideal, static configuration but the cultivation of adaptive urban systems that can respond to uncertainty and change without losing coherence or legibility. The historical case studies of Cerdà's Eixample and Haussmann's Paris remain significant not as final models to be emulated, but as instructive thresholds beyond which contemporary urbanism must move: from permanent order to contingent adaptation, from rigid grids to flexible rules.

Yet this evolution is not without its tensions. The very power of algorithmic methods - their capacity to process vast datasets, simulate complex scenarios, and generate optimized configurations - also raises pressing questions about transparency, equity, and democratic control. As decision-making becomes increasingly embedded in computational infrastructures and proprietary platforms, there is a risk that urban futures

will be shaped by hidden logics, technical expertise, and commercial interests rather than by inclusive, deliberative processes. The challenge ahead lies not in rejecting these tools, but in reshaping them: in embedding ethical safeguards, participatory mechanisms, and open frameworks into the very architecture of algorithmic urbanism.

Ultimately, the vision emerging from this line of inquiry is that of the city as a continuously evolving environment - a dynamic, self-adjusting system that learns from its own performance, adapts to its own contradictions, and responds to the diverse needs of its inhabitants. In such a city, planning is no longer a discrete phase but a continuous practice, sustained by feedback loops that connect design, data, and lived experience. Algorithmic cities, at their best, do not seek to impose definitive solutions; they seek to create the conditions under which urban forms can evolve in ways that are more sustainable, more resilient, and more just. Toward that end, the project of algorithmic urbanism is not simply technical, but profoundly political and ethical: a collective endeavor to cultivate cities that are not only smart, but also humane, inclusive, and prepared to change with the times.

Bibliography

- [1] L. Anselin, *Spatial econometrics: Methods and models*. Kluwer Academic, 1988.
- [2] M. Batty, “Smart cities of the future,” *The European Physical Journal Special Topics*, vol. 214, no. 1, pp. 481–518, 2012.
- [3] J. Beirão and J. P. Duarte, “Urban grammars: A generative approach to urban design,” *Environment and Planning B: Planning and Design*, vol. 42, no. 6, pp. 1051–1071, 2015.
- [4] L. M. A. Bettencourt, “The origins of scaling in cities,” *Science*, vol. 340, no. 6139, pp. 1438–1441, 2013.
- [5] J. Busquets, *Barcelona: The urban evolution of a compact city*. Nicolodi, 2005.
- [6] M. Carpo, *The second digital turn: Design beyond intelligence*. MIT Press, 2017.

- [7] I. Cerdà, *Teoría general de la urbanización* (modern ed.). Instituto de Estudios Fiscales, 2018.
- [8] A. T. Crooks and A. J. Heppenstall, “Introduction to agent-based modelling,” *Environment and Planning B: Planning and Design*, vol. 39, no. 1, pp. 7–10, 2012.
- [9] J. P. Duarte, J. Beirão, N. Montenegro, and J. Gil, “City induction: A model for formulating, generating, and evaluating urban designs,” *Environment and Planning B: Planning and Design*, vol. 39, no. 3, pp. 534–552, 2012.
- [10] V. Eubanks, *Automating inequality: How high-tech tools profile, police, and punish the poor*. St. Martin’s Press, 2018.
- [11] M. Foucault, *Discipline and punish: The birth of the prison*. Vintage Books, 1977.
- [12] M. F. Goodchild, “Citizens as sensors: The world of volunteered geography,” *GeoJournal*, vol. 69, no. 4, pp. 211–221, 2007.
- [13] D. Harvey, *The condition of postmodernity*. Blackwell, 1989.
- [14] D. Harvey, *Paris, capital of modernity*. Routledge, 2003.
- [15] D. Helbing, *Social self-organization: Agent-based simulations and experiments to study emergent social behavior*. Springer, 2012.
- [16] B. Hillier and J. Hanson, *The social logic of space*. Cambridge University Press, 1984.
- [17] A. Hudson-Smith, M. Batty, R. Milton, and A. Crooks, “Toward the digital twin: Smart cities and urban analytics,” *Journal of Urban Technology*, vol. 26, no. 1, pp. 3–16, 2019.
- [18] D. P. Jordan, *Transforming Paris: The life and labors of Baron Haussmann*. University of Chicago Press, 1995.
- [19] B. Kolarevic, *Architecture in the digital age: Design and manufacturing*. Taylor & Francis, 2003.
- [20] P. A. Longley, M. F. Goodchild, D. J. Maguire, and D. W. Rhind, *Geographic information systems and science*. 4th ed. Wiley, 2015.
- [21] T. Marshall, *Transforming Barcelona*. Routledge, 2004.
- [22] V. Mayer-Schönberger and K. Cukier, *Big data: A revolution that will transform how we live, work, and think*. Houghton Mifflin Harcourt, 2013.

- [23] F. J. Monclús, “The Barcelona model: An original formula? From ‘reconstruction’ to strategic urban projects,” *Planning Perspectives*, vol. 18, no. 4, pp. 399–421, 2003.
- [24] E. Ng, *Designing high-density cities for social and environmental sustainability*. Earthscan, 2010.
- [25] C. O’Neil, *Weapons of math destruction: How big data increases inequality and threatens democracy*. Crown, 2016.
- [26] T. R. Oke, “The energetic basis of the urban heat island,” *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, vol. 108, no. 455, pp. 1–24, 1982.
- [27] R. Oxman and R. Oxman, (Eds.), *Theories of the digital in architecture*. Routledge, 2014.
- [28] D. H. Pinkney, *Napoleon III and the rebuilding of Paris*. Princeton University Press, 1958.
- [29] J. Portugali, H. Meyer, E. Stolk, and E. Tan, Eds., *Complexity theories of cities have come of age*. Springer, 2012.
- [30] C. Ratti, D. Frenchman, R. M. Pulselli, and S. Williams, “Mobile landscapes: Using location data from cell phones for urban analysis,” *Environment and Planning B: Planning and Design*, vol. 33, no. 5, pp. 727–748, 2006.
- [31] P. Schumacher, *The autopoiesis of architecture: A new framework for architecture*. vol. 1. Wiley, 2011.
- [32] T. Shelton, M. Zook, and A. Wiig, “The ‘actually existing smart city,”” *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, vol. 8, no. 1, pp. 13–25, 2015.
- [33] J. Soler et al., “Urban planning using generative design and optimization algorithms,” *Automation in Construction*, vol. 113, p. 103144, 2020.
- [34] A. M. Townsend, *Smart cities: Big data, civic hackers, and the quest for a new utopia*. W. W. Norton & Company, 2013.
- [35] S. Zuboff, *The age of surveillance capitalism*. PublicAffairs, 2019.

COROZIUNEA CONDUCTELOR METALICE. PROTECȚIE CATODICĂ

Ion SANDU^{1,2,3}, Costică BEJINARIU^{2,3,4}, Ioan Gabriel SANDU^{2,4},
Liliana Teodora SLABU⁵, Andrei Victor SANDU^{2,3,4}

¹Universitatea Alexandru Ioan Cuza din Iași, Blvd Carol I, Nr. 22, 70506 Iași România

²Forumul Inventatorilor Romani, Str. Pinului, Nr. 10, 700109 Iași, România

³Academia Oamenilor de Știință din România, Str. Ilfov nr. 3, sector 5, 050044 București, România

⁴Universitatea Tehnică Gheorghe Asachi din Iași, Blvd Dumitru Mangeron, Nr. 64, 700050 Iași, România

⁵Școala Profesională Specială "Ion Pillat", Dorohoi, Județul Botoșani, România

Rezumat: Pe baza studiilor teoretice și a rezultatelor experimentale obținute în ultimii 30 de ani în colectivul nostru de cercetare, la solicitarea unei firme cu domeniul de aplicare în transportul hidrocarburilor lichide și gazoase, s-a elaborat prezentul material, care are în centrul atenției coroziunea conductelor metalice și protecția lor catodică prin procedee moderne, cunoscute în literatura de specialitate. Protecția catodică este o metodă indispensabilă de protecție a conductelor de produse petroliere și de gaz metan sau lichefiat, de diferite diametre împotriva coroziunii, asigurând longevitatea și fiabilitatea acestora. Aceasta reduce în mod eficient degradarea metalului, reduce riscul de defectare și reduce costurile de întreținere. Sistemele actuale de protecție catodică, susținute de tehnologii moderne de monitorizare și reglare, fac posibilă ajustarea eficientă a nivelului de protecție la condițiile în schimbare. Utilizarea acestora nu este doar recomandată, ci și impusă de normele și standardele internaționale de siguranță, ceea ce le face o parte indispensabilă a gestionării infrastructurii petroliere.

*Cuvinte cheie: Conducte metalice; Protecția anticorozivă;
Tipuri de coroziuni; Mecanismul proceselor de coroziune;
Materiale și procedee de protecție catodică*

Introducere

Coroziunea metalelor și aliajelor reprezintă procesul de degradare lentă și progresivă a materialelor metalice, de la suprafață spre interior, ca urmare a reacțiilor chimice sau electrochimice cu mediul înconjurător. Acest fenomen natural este cauzat de instabilitatea termodinamică a metalelor în raport cu forma lor oxidată, cunoscută și sub numirea de stare stabilă de minereu [1-4].

Coroziunea dă mari bătaii de cap inginerilor și instalatorilor din întreaga lume. La nivel mondial, se estimează că se cheltuie peste 2,5 trilioane de dolari în fiecare an, pentru reparațiile și înlocuirea conductelor și sistemelor afectate de coroziune. Totuși, acest aspect nu trebuie să ne sperie. Întotdeauna există soluții salvatoare. În acest curs, voi explica pe larg ce înseamnă coroziunea instalațiilor industriale și casnice (activități domestice) și cum poate fi combătută.

Vorbim de coroziune nu numai în cazul structurilor metalice industriale și civile, ci și a al altor materiale care au inserții metalice (beton, piatră, ceramici, sticlă, gume, lemn, piele, hârtie etc.), care în urma interacțiilor cu factorii și agenții de mediu, produșii metalici de coroziune rezultă conduc la degradarea/alterarea integrată a sistemelor matriciale [1].

La întrebare: *ce este coroziunea metalelor și cum apare ea?*, răspunsul este destul de simplu. Coroziunea se produce în momentul în care materialul din care este realizat un reper, obiect dintr-un metal sau aliaj se degradează prin trecerea în produși de oxidare (starea de minereu) și/sau se deteriorează prin modificarea stării fizice, din cauza mediului în care este amplasat. Toți știm cum arată rugina, indiferent dacă aceasta afectează porțiuni sau suprafețe întregi. Pur și simplu, coroziunea este o problemă întâlnită foarte frecvent în orice construcție metalică industrială sau în gospodărie. Mai devreme sau mai târziu, metalele cedează fără un avertisment. La punerea în operă sau din timp în timp acestea necesită intervenții de protecție [1-4].

Lucrarea are în atenție procesul de coroziune și protecția țevelor (conductelor) implicate în transportul diferitelor lichide sau gaze în procesele industriale și cele casnice.

Clasificarea proceselor de coroziune și mecanismul lor

Coroziunea metalelor poate fi clasificată în mai multe feluri. După aspect, există două tipuri [1-4]:

- *coroziune continuă* - atunci când este distribuită pe întreaga suprafață a metalului și care poate fi *uniformă* sau *neuniformă*, în funcție de viteza procesului de coroziune, de caracteristicile structurale și vechimea construcției, de agresivitatea mediului/ambient etc.

- *coroziune zonală sau locală* - care este localizată doar pe anumite porțiuni ale metalului.

După natura și mecanismul procesului există trei tipuri de coroziune:

- *coroziune chimică* – care are loc atunci când există o reacție chimică între un metal și mediul coroziv. Ca de exemplu, apare coroziunea la nivelul instalațiilor termice (țevi, armături, schimbătoare de căldură, instalații de condensare, etc.), în urma interacției cu agenți chimici de tip redox, acido-bazice sau de complexare. Rugina se instalează, mai ales pe suprafețele din fier, fontă sau oțel slab aliat, excepție făcând cele tip inox sau cele protejate prin placare sau peliculizare.

- *coroziune microbiologică*, care are loc în timp sub acțiunea agenților microbiologici (bacterii, alge, fungi, levuri etc.), care în medii lacustre sau în sol umed, unde se dezvoltă, consumă peliculele superficiale de cationi metalici, conducând prin procese metabolice de disoluție la degradarea structural-funcțională a instalației

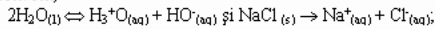
- *coroziune electrochimică* (galvanică sau electrolytică) - apare doar la elementele realizate din metale sau aliaje metalice și este mult mai agresivă, în comparație cu coroziunea chimică, deoarece în medii umede saline metalele cu potențial electrochimic diferit din cadrul unei instalații pot intra în contact prin intermediul unui fluid și încep să se deterioreze. Coroziunea electrochimică este favorizată, cel mai adesea, de asocierea unor elemente din cupru și aluminiu dintr-o instalație. Se produce mult mai

repede și afectează suprafețe mai mari. Ca mecanism, coroziunea electrochimică poate fi cu un singur electrod sau cu doi electrozi.

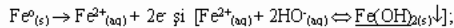
Mecanismul coroziunii electrochimice cu electrozi de aceeași natură

Pentru materiale metalice, îndeosebi a celor pe bază de fer, în mediile umede și în prezența electroliților salini disociați, apare coroziunea electrochimică prin mecanismul pilelor cu electrozi de aceeași natură. În cazul aliajelor de fer, acolo unde stratul de oxid prezintă un defect structural sau datorită porozității acestuia, se va produce un fenomen electrochimic, care are la bază următoarele procese simultane [5, 6]:

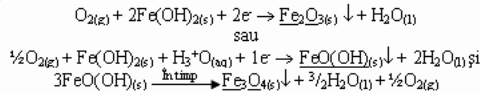
în soluția de electrolit



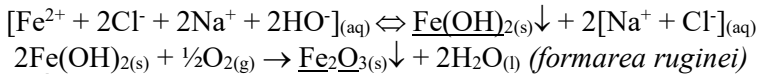
la anod



la catod



În acest caz, în soluția de electrolit coexistă un sistem complex de ioni acvatați, care conduc la formarea stratului de rugină, conform reacțiilor:



În diagrama din figura 1 se prezintă principalele procese de formare a componentilor din structura stratului de rugină, conform modelului propus de *Hache, A. (1996)* și *Mourey, W. (1998)*. [5, 6] La anod are loc procesul de ruginire, cu dizolvarea inițială a fierului metalic prin trecerea atomilor de fer în cationi $\text{Fe}^{2+}_{(aq)}$, care mai departe trec în $\text{Fe}(\text{OH})_2$, iar apoi în prezența O_2 din aer, trec în Fe_2O_3 hidratat - *hematita*, modificare alotropică greu solubilă.

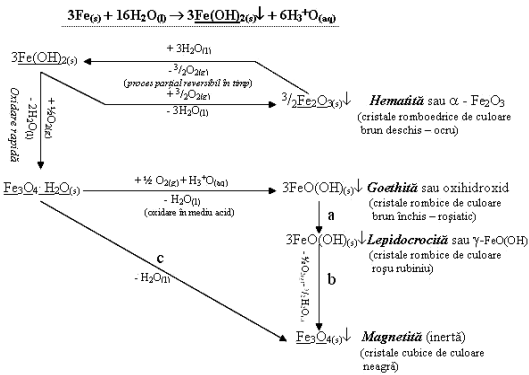


Fig. 1. Formarea la anod a constituenților ruginii [6]:

- a – proces de reformare cristalină; b - proces lent de reducere prin îmbătrânire;
- c – proces foarte lent de deshidratare prin maturare

La *catod* are loc procesul de reducere a oxigenului molecular din aer și reducerea parțială a formelor cristaline, de tipul oxihidroxizilor $\text{FeO}(\text{OH})$, *lepidocrocita* și *goethita*, care au în structura lor numai Fe(III), ce trece la Fe_3O_4 slab hidratat, când se formează stratul poros de rugină, inert electrochimic.

În acest caz, coroziunea are loc după *principiul pilei galvanice cu electrozi de același tip* (Fig. 2). acest fenomen poate duce la distrugerea completă a obiectului, fără a mai păstra măcar un miez metalic puternic fragilizat sau rezidual (*starea de colaps*). rolul de activator, în acest proces îl are anionul clorură din soluțiile apoase de electroliți salini, rezultați din apele meteorice și cele freatice cu încărcare chimică existente în situl respectiv. se știe că anionul clorură se elimină greu prin spălare din structurile poroase ale obiectelor metalice vechi, din care cauză, coroziunea de cele mai multe ori continuă și după procesele de preservare activă [7-11].

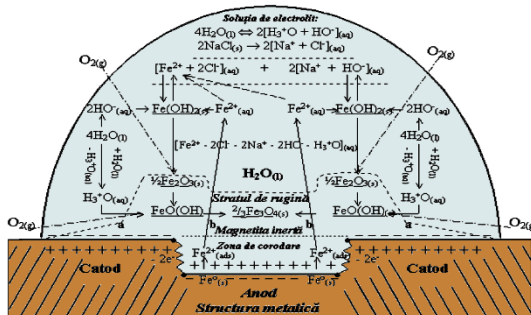


Fig. 2. Mecanismul procesului de coroziune electrochimică cu electrozi de aceeași natură în soluție apoasă de electroliti [12]
 a - proces rapid în mediu acid; b - proces lent de reducere prin îmbătrânire

Exemplul de mai sus necesită prezența soluției apoase a unui electrolit puternic (ca de exemplu, NaCl), asistat de prezența unui gaz oxidant, cum ar fi: oxigenul, halogenii, oxizii superiori de azot sau de sulf, etc., care poate provoca o coroziune, prin simpla variație a presiunii acestuia. Întrucât oxizii sunt buni conducători de electricitate, aceștia au tendința de a deplasa electronii metalului spre interfața oxid/mediu gazos umed.

Mecanismul coroziunii electrochimice cu electrozi de natură diferită

Pentru structurile multicomponent, formate din metale cu activități electrochimice diferite, mecanismul coroziunii poate fi ilustrat prin două exemple edificatoare, care au la bază coroziunea electrochimică cu electrozi de natură diferită (Fig. 3a și b).

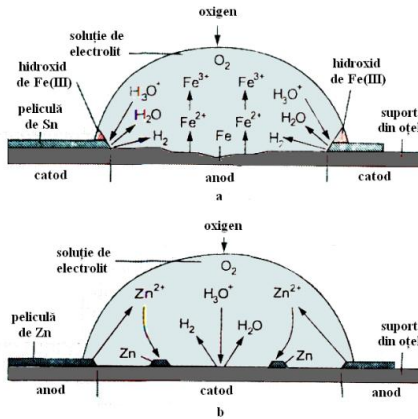


Fig. 3. Mecanismul procesului de coroziune electrochimică cu electrozi de natură diferită [6, 12]:

a – protecția aliajelor din fier prin stanare; b – protecția aliajelor din fier prin zincare

În acest caz, coroziunea are loc prin mecanismul generat de crearea așa-ziselor „pile cu electrozi de natură diferită”, pe care le întâlnim în situația a două metale în contact direct, iar acestea sunt diferite ca natură chimică și aflate cât mai la distanță în seria tensiunilor electrochimice sau seria activității metalelor (Volta-Beketow). În prezența unui electrolit în sistem apos sau uscat se creează o pilă galvanică aflată în scurt-circuit, care va conduce la coroziunea metalului mai activ. Ca exemple tipice întâlnite în practică, sunt protecțiile galvanice prin stanare (Fig. 3a) și respectiv prin zincare (Fig.3b) a pieselor din fier.

În primul caz, o fisură prin stratul de staniu va duce la o coroziune continuă a substratului de fer, deoarece staniul se află în seria tensiunilor după acesta, creând un efect de anodizare a ferului, care se va oxida, continuând să se corodeze sub stratul de staniu. În schimb, în cazul zincării, fierul se află după zinc în seria tensiunilor, producându-se anodizarea zincului, care se va oxida, păstrând fierul în starea de oxidare 0, până la consumarea totală a stratului de zinc (când au loc cele două efecte cuplate: protecția catodică și dizolvarea anodică).

Detalierea tipologiei proceselor de coroziune a metalelor

Prezentarea de mai sus impune o detaliere a tipologiei proceselor de coroziune la metale. Astfel, în pricică întâlnim următoarele tipuri de coroziune:

Coroziunea perforată (punctiformă) se prezintă sub forma unui număr mare de mici zone ale suprafeței obiectului care prezintă un aspect de înțepat, vezicat, pișcat sau cocoșat. Este un tip de coroziune foarte frecvent la aliaje.

Coroziunea uniformă se dezvoltă în mod identic pe toată suprafață obiectului. Se întâlnește fie pe obiectele omogene, fie pe cele plasate într-un mediu omogen, unul dintre acești doi factori fiind necesar pentru formarea acestui tip de coroziune.

Coroziunea intercristalină se dezvoltă chiar în interiorul obiectului, antrenând o fragilizare a acestuia. În general, dezvoltarea acesteia are loc plecând de la limitele dintre cristale. De exemplu, prin studiu microscopic al aliajului de argint și de cupru s-a constatat că există o precipitare a particulelor de cupru în interiorul obiectului.

Coroziunea selectivă se dezvoltă în aliajele binare și antrenează distrugerea unuia din cei doi constituenți ai aliajului. Acesta apare singur la suprafață, dar este foarte poros.

Coroziunea galvanică afectează toate obiectele care conțin mai multe metale puse în contact fizic. Atunci metalul mai puțin nobil (a se vedea mai departe definiția acestei noțiuni) se va distruge înaintea metalului mai nobil.

Coroziunea în pete (sau cavernoasă) se dezvoltă, adesea, pe obiectele din metal plasate într-un mediu conducător, aproape de un alt metal mai electropozitiv, dar fără să fie în contact direct cu acesta. În locul în care cele două metale sunt cel mai apropiate, metalul care este mai puțin nobil va fi corodat până în profunzimea lui.

Coroziunea sub tensiune afectează metalele care sunt supuse la forțe de întindere sau compresiune. Coroziunea ia, adesea, forma unei coroziuni intercristaline, dar nu generalizată.

Pentru o mai bună înțelegere a mecanismelor *eroziunii și coroziunii*, vom explica acțiunea acestora asupra materialelor metalice,

plecând de la principalele tipuri de acțiuni, care dezvoltă cele două mecanisme. Aceste acțiuni sunt analizate în funcție de *efectul* lor asupra *obiectului* sau *suportul operant* și respectiv prin *prisma acțiunii*.

În funcție de natura acțiunii, vorbim de *efecte mecanice, chimice, electrochimice sau galvanice și microbiologice*.

Aceste efecte pot produce modificări structurale la nivel microstructural (*destrucții*) sau macrostructural (*deteriorări*), mergând până la schimbări ale compoziției chimice – *degradările* (alterări, corodări, monolitizări etc.). În timp, asupra pieselor îngropate în sol, majoritatea efectelor sunt cumulative, deoarece sunt rezultatul acțiunii mai multor forțe, datorate factorilor de mediu și a celor de risc. Dacă luăm în discuție și perioada de utilizare a piesei după punerea în operă, cu gradul ei de deteriorare – degradare, care o aduce la o anumită stare de conservare, utilizarea ei și factorii de mediu și a celor de risc din perioada păstrării, “*ascunsă*” (în sol) o poate aduce la o formă reversibilă de restaurare sau la formele de “*precolaps*” sau “*colaps*” (coroziune generalizată, fără miez metalic, monolitizată).

Procese mecanice. Efectele mecanice au la bază acțiunea forțelor mecanice, care acționează asupra unui corp, respectiv material, ce conduce la modificări dimensionale și implicit structurale – *deteriorări*, iar prin acțiune cumulativă cu forțe de natură chimică, electrochimică sau microbiologică, putând duce la modificări ale compoziției chimice – *degradări*. Prin urmare, forța aplicată va genera la suprafața sau în interiorul materialului, un anumit efect mecanic sau fizico-structural.

Putem, deci, da ca exemplu efectele mecanice sau fizico-structurale asupra pieselor arheologice, eroziunea eoliană, marină sau fluvială, cât și cea a apelor de infiltrație din sol sau acțiunile de la aratul terenului, dislocarea unor structuri din vecinătatea obiectului, a seismelor, a vibrațiilor, a ultrasunetelor etc.

Mai mult efectul mecanic trebuie riguros analizat, deoarece poate fi punctul de plecare al unui anumit tip de degradare sau de deteriorare sau poate activa o altă acțiune, cum ar fi cea electrochimică, datorită creării unor tensiuni în structura materialului.

Coroziunea chimică. Efectul coroziunii chimice la metale are la bază procese redox, acido-bazică sau de complexare în atmosferă uscată, sub influența unor reactanți din mediul înconjurător, cum ar fi cei proveniți din poluarea industrială, emanații vulcanice și alte emisii de noxe (gaze de eșapament).

În cazul atacului chimic produs de mediul înconjurător, interacționează două faze: *faza gazoasă*, care va da oxizi metalici sau săruri și *faza lichidă* (soluție apoasă), care va da hidroxizi metalici, carbonați etc. (formă de la care se dezvoltă producția de coroziune).

Atacul chimic este legat și de structura tridimensională a obiectelor sau pieselor arheologice. Acestea pot prezenta în structura lor *vacanțe superficiale*, de tip electronic, care se completează cu un aport de sarcini din mediu, fie defecte structurale de suprafață sau de interior, care permit inserarea de atomi sau ioni din mediu. Vorbim astfel de un proces de *chemosorbție*.

Avem și un alt tip de interacții, atunci când *defectele cristaline* de la suprafață sunt saturate, adsorbția se poate efectua doar prin *forțe van der Waals*, fenomenul numindu-se *fiziosorbție*.

Atacul chimic este legat și de o altă caracteristică a mediului, și anume de pH. Într-adevăr, unele metale nu sunt atacate în mediu bazic, chiar dacă sunt atacate de mediu acid, avem ca exemplu piesele din fier, care au stat într-un mediu sărac în fosfați, conservându-se bine.

În cazul analizei efectelor chimice vom ține cont de doi factori: *natura materialului* din compoziția obiectului și *chimismul mediului ambiant*.

Coroziunea electrochimică. Acțiunea acestui efect se bazează pe principiul pilelor galvanice. Deci, este un efect cu interacții, ce au loc la interfețe de natură electrodică, numite simplu electrozi. În acest caz, în sistem se formează două interfețe electrodice separate printr-un electrolit (conductor ionic de speța a II-a), iar electrozii aflându-se în contact direct (contact electronic sau printr-un conductor de speța I).

Procesele electrochimice de coroziune care au loc, de obicei, în mediu umed și în prezența electrolitilor au loc prin două mecanisme: așa

numitul mecanism al pilelor cu electrozi de aceeași natură și respectiv cel al pilelor cu electrozi de natură diferită.

În primul caz coroziunea se datorează unor agenți oxidanți, care acționează în medii umede cu încărcare salină, de obicei la suprafața exudatelor, unde au loc procesele catodice (reducerile), de exemplu în cazul oxigenului din aer, are loc formarea ionului oxid și mai departe a ionului hidroxid, proces catalizat de obicei de ionul halogenură. În zona centrală a exudatului au loc procesele anodice de oxidare, unde metalul trece în cationi, care inițial interacționează cu ionul halogenură, apoi se transformă în hidroxohalogenură, oxihidroxid și în cele din urmă în oxid inert.

Cel de-al doilea mecanism îl întâlnim la contactul a două metale cu potențiale de reducere diferite (situat cât mai departe unul de celălalt în seria electrochimică a metalelor), când metalul cu potențial negativ se anodizează, iar cel cu potențial pozitiv se catodizează, creându-se sistemul electrochimic cu doi electrozi.

Dacă în cazul coroziunii chimice, care de obicei are loc în atmosferă uscată, oxidantul atacă direct metalul, transformându-l în produși de oxidare corespunzători, în cazul coroziunilor electrochimice și microbiologice, lucrurile sunt cu mult mai complexe, metalele care se află în contact direct, în prezența umidității și a unui strat oxidic, de săruri sau a unei cușe cu activitate microbiologică (bacterii, alge, levuri și fungi), în contact cu acestea vor reacționa în funcție de activitatea lor electrochimică. Prin urmare, în baza scării potențialelor de electrod, metalul mai activ va juca rol de anod și se va dizolva (oxidare anodică) sau va trece într-un compus chimic (electrolitul) în starea sa de oxidare stabilă, pe când metalul mai puțin activ va juca rol de catod, care va reduce cationii săi din compusul chimic (electrolitul) cu care este în contact. De exemplu, în anumite condiții, argintul poate fi dizolvat, ceea ce înseamnă *distrus*, în avantajul altui metal, cum ar fi cuprul monovalent care, la rândul său, va fi dizolvat de cuprul bivalent. Altfel spus, argintul este dezlocuit din compușii săi de cuprul monovalent, care la rândul lui este dezlocuit de cuprul divalent. În mod asemănător orice metal mai activ va înlocui din compușii săi, un metal mai puțin activ, din seria tensiunilor electrochimice sau a metalelor (Fig. 5).

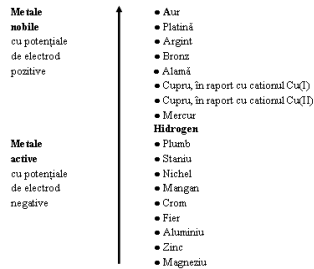


Fig. 5. Seria activităților electrochimice a principalelor metale din compoziția bunurilor de patrimoniu cultural [Sandu, I. – 2002, Mourey, W. - 1998].

Deci, după cum am spus, metalul activ va juca rol de anod, când are loc *procesul de dizolvare anodică (oxidare)*: $\text{Me} \rightarrow \text{Me}^{z+} + z\text{e}^-$, iar metalul mai puțin activ va juca rolul de catod, la care are loc, după caz, fie depunere catodică (reducere): $\text{Me}^{z+} + z\text{e}^- \rightarrow \text{Me}^0$, fie degajare catodică de hidrogen:

- a) $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{HO}^-$ (*proces asistat fotochimic*);
- b) $2\text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$ (*proces pur electrochimic*).

Coroziunea microbiologică. Aceasta este o componentă a coroziunii metalelor cu mult mai importantă decât ne-am putea imagina. Activitatea microbiologică, dezvoltată cu precădere în sol, stă la baza transformării straturilor de humus. Acțiunea microorganismelor poate fi, în consecință, factorul motor al multor acțiuni ale mediului în care se află obiectul.

Pentru o mai bună înțelegere a importanței sale este suficient să știm că 1 cm^3 de pământ conține milioane de microorganisme: viruși, bacterii, levuri, ciuperci, alge etc. Aceste organisme desfășoară o activitate maximă la o temperatură de $25\text{...}30^\circ\text{C}$ și la o umiditate relativă mai mare de 68%, condiții în care coroziunea se dezvoltă mult mai rapid, datorită produșilor de metabolism (acizii humici, urici etc.) .

Acțiunea microbiologică poate fi fatală, chiar și pentru aur (prin bacteriile *Clostridium regulare* și *irregulare*), singurul mijloc de atac posibil în sol.

Activitatea microbiologică poate fi contracarată prin agenți de sterilizare, ca apa sărată, carbonații bazici de cupru, antibiotice, fenolul și derivații săi halogenați etc.

Caracteristici ale proceselor de coroziune

Procesele de coroziune pot fi commensurate prin *viteza de coroziune, rata de penetrare, durabilitatea protecției etc.*

Viteza procesului de coroziune (SR EN ISO 9223 și SR EN ISO 12944-2), se poate determina experimental prin microscopie electronica de baleaj (SEM) în structură stratigrafică sau în fractal și se raportează la *unitatea de suprafață sau de volum* (respectiv, la grosimea/adâncimea peliculei de coroziune).

Apoi, o altă caracteristică este *durabilitatea protecției*, care se determină prin simularea rezistenței în medii apoase sau cețuri saline (rata evoluției în timp a stării de conservare), așa-zisa îmbătrânire artificială prin autoclavizare. De exemplu, pentru o acoperire de zinc cu grosimea de 85 microni în clasa de corozivitate C3 (viteza de coroziune a zincului este cuprinsă, între 0,7 microni/an și 2,1 microni/an) rezultă o durabilitate estimată de $85/0,7 = 170$ ani (>100 ani) și $85/2,1 = 40,746$ ani (rotunjită la 40 ani). Durabilitatea estimată medie este de $(40 + 170)/2 = 105$ ani și este încadrată în clasa “foarte mare”.

Viteza de coroziune depinde de sistemul de coroziune considerat și de tipul acesteia (natura materialului și tehnologia de fabricare), dimensiunile structural-funcionale (lungimea, diametrul, număr conexiuni etc.), porozitatea și conductivitatea solului de fundare, de caracteristicile agenților agresivi – încărcătura chimică și microbiologică (concentrația și fluctuațiile ei în timp) etc.

Astfel, *viteza de coroziune* poate fi exprimată prin creșterea *adâncimii coroziunii raportată la unitatea de timp*, prin *masa de metal transformată* în produși de coroziune *raportată la unitatea de suprafață și unitatea de timp* etc. Efectul coroziunii poate varia în timp și poate să nu fie același în toate punctele suprafeței care se corodează. De aceea, referirile la viteza de coroziune trebuie să fie însoțite de informații despre tipul, dependența de timp și localizarea efectului coroziunii.

După cum se știe, *viteza proceselor de coroziune electrochimică* este determinată de cinetica proceselor anodice și catodice, ca și de rezistența ohmică a mediului de coroziune. Se știe că, rezistivitatea solurilor, exprimată prin relația:

$$\rho = r \times s/l$$

unde, r = rezistența mediului, s = secțiunea fluxului de curent electric prin sistem (sol sau soluție lichidă) și l = distanța între electrozi, poate varia de la 500 Ohm x cm pentru cele umede la 10.000 Ohm x cm pentru soluri uscate. De aceea conductivitatea ($\chi = 1 / \rho$), care este egală cu inversul rezistivității, va fi net inferioară în cazul solurilor uscate.

Rezistența la coroziune a conductelor și instalațiilor din industria hidrocarburilor

Cel mai indicat aspect pentru a preveni coroziunea este ca materialele din care sunt realizate țevile sau circuitele să fie *alese corect* încă din faza de proiectare sau din momentul achiziției diferitelor sisteme termice. Pentru a preveni ruginirea și deteriorarea rapidă a produselor din metal, este ideal să alegeți metale cu protecție la rugină sau, mai exact, anticorozive. Există patru tipuri de baze de metale ce pot fi incluse în această categorie:

- *Oțel inoxidabil* - de tip 304 sau 316, este un aliaj care conține și o anumită cantitate de fier și o serie de elemente de aliere. Multe aliaje din oțel inoxidabil conțin un procent ridicat de crom (cel puțin 18%). Cu toate că cromul se oxidează rapid, dar formează un strat protector de oxid de crom pe suprafața metalului. Acest strat are o rezistență la coroziune ridicată și împiedică oxigenul să ajungă la oțelul de bază. Alte elemente de aliaj, precum nichelul, manganul sau molibdenul, sporesc rezistența la rugină.
- Aliaje de aluminiu - folosit inclusiv la fabricarea avioanelor, dar și la piesele pentru mașini, aluminiul are o greutate redusă, dar și o rezistență ridicată la coroziune. Aliajele din aluminiu conțin cantități infime de fier, care se corodează, dar când sunt expuse la apă, stratul de oxid format devine rezistent la coroziunea ulterioară.
- Cupru, bronz și alamă - aceste trei metale conțin foarte puțin fier sau chiar deloc și, prin urmare, nu ruginesc. Pot reacționa cu oxigenul. Spre exemplu, cuprul se oxidează în timp, pentru a forma o peliculă verde (malachitul), care protejează metalul de coroziunea ulterioară.

Bronzul este mai rezistent la coroziune decât cuprul, în timp ce alama rezistă la coroziune, mai ales în medii umede și în sol unde este păstrat perioade mari dă procese de segregare a zincului la suprafață, cu modificarea fazelor alotropice.

- Oțel galvanizat - are o rezistență ridicată, dar, în cele din urmă, va rugini. Acest tip de oțel a fost galvanizat sau acoperit cu un strat subțire de zinc prin depunere din topitură sau electrochimic. Zincul acționează ca o barieră și împiedică oxigenul și apa să ajungă în oțel.

Prevenirea coroziunii instalațiilor metalice

Pentru prevenirea coroziunii instalațiilor metalice, indiferent de aliajele din care sunt realizate, există mai multe aspecte pe care trebuie să le poți verifica, după cum urmează:

- Verifică nivelul de pH al mediului sau fluidului care se transportă: după cum am menționat deja, apa este un element care favorizează coroziunea, iar un nivel prea scăzut al pH-ului poate afecta în special țevile din cupru. Cu ajutorul unui tester, asigură-te că nivelul pH-ului este cuprins între 6.5 și 8.5. De asemenea, verifică și nivelul de oxigen al gazului, pentru că oxigenul provoacă adesea rugină. O altă precauție este să menții temperatura fluidului cât mai scăzută, pe cât este posibil.

- Asigură-te că țevile sunt curate: coroziunea se poate produce și din cauza impurităților, de aceea este recomandat să cureți conductele la intervale regulate de timp. Poți folosi soluții anti-corozive sau poți apela la ajutorul unui instalator.

- Aduagă straturi de protecție metalelor: protecțiile speciale previn coroziunea țevilor și a altor suprafețe metalice. Spre exemplu, galvanizarea funcționează prin adăugarea unui strat de zinc peste aliajele din fer sau peliculizarea prin aplicare de vopsele de tip grunduri interactive cu suportul metalic peste care de depun vopsele impermeabile, rezistente termic, fotochimic și insolubile în diverse medii.

- Asigură-te că structurile sunt stabile: metalele se pot uza și prin frecare, iar coroziunea se instalează mai repede în crăpături. Șuruburile în U, curelele sau clemele sunt recomandate, pentru că vor reduce *vibrațiile*.

- Evită contactul dintre metale diferite: nu toate tipurile de metale interacționează așa cum trebuie între ele, unele favorizând coroziunea electrochimică. Cea mai bună modalitate de prevenție este instalarea unor izolatori, care vor funcționa ca un tampon între metale. Acestea sunt cele mai importante lucruri pe care trebuie să le știi despre coroziunea instalațiilor industriale.

Principalele componente ale unui sistem de protecție catodică

Un sistem de protecție catodică constă din mai multe componente cheie care, împreună, protejează eficient conductele împotriva coroziunii. Selectarea corectă și întreținerea regulată sunt esențiale pentru longevitatea infrastructurii de transport.

Anozii din sistemele de protecție catodică acționează ca o sursă de electroni care contracarează procesul de coroziune. În funcție de tipul de protecție catodică, sunt utilizate diferite tipuri de anozii:

- *Anodele galvanice (sacrificabile)* – sunt realizate din metale mai active electrochimic decât oțelul pentru conducte. Cele mai comune anozii sunt realizate din *zinc, magneziu și aluminiu*, care se dizolvă treptat, cedând electroni instalației protejate. Acestea sunt utilizate în principal în *conducte subterane și instalații marine*.
- *Anozii insolubili* – utilizați în sistemele de protecție catodică cu curent extern. Acestea sunt fabricate din materiale rezistente la coroziune, cum ar fi: *titanul și acoperite cu oxizi metalici amestecați, grafit și siliciu metalurgic*. Sarcina lor este de a conduce curentul de protecție fără a se uza, oferind protecție pe termen lung pentru instalațiile mari.

Selectarea corectă a anodului este esențială pentru eficiența protecției catodice. *Factori precum mediul de operare, lungimea conductei și conductivitatea electrică a mediului determină selectarea unui anumit tip de anod.*

Surse de alimentare

În sistemele de protecție catodică se folosește o sursă de curent continuu, care este o componentă indispensabilă ce permite livrarea

controlată de electroni către conductă. Există două tipuri de bază de surse de alimentare:

- *redresoare de curent continuu* – dispozitive care transformă curentul alternativ în curent continuu de o anumită tensiune și un anumit amperaj. acestea fac posibilă ajustarea precisă a nivelului de protecție catodică la condițiile de funcționare.
- *Alimentarea cu energie din surse regenerabile* – în locațiile îndepărtate de rețeaua electrică, se utilizează sisteme de alimentare bazate pe panouri solare și turbine eoliene, care permit independența energetică și costuri de exploatare mai mici.

Funcționarea corectă a unui sistem de protecție catodică necesită monitorizarea continuă a tensiunii și curentului pentru a asigura niveluri optime de protecție împotriva coroziunii.

Monitorizarea și controlul protecției catodice

Pentru a asigura eficacitatea protecției catodice, este necesar să se controleze *în mod continuu potențialul electrochimic al conductei*. În acest scop, sunt utilizate diverse tehnologii de monitorizare:

- *Sonde de referință (electrozi de măsurare)* – plasate în apropierea instalației protejate, permit măsurarea potențialului conductei în raport cu mediul. Electrozii cei mai frecvent utilizați sunt Cu/CuSO₄ (sulfat de cupru/cupru) pentru conductele subterane și Ag/AgCl (clorură de argint/argint) pentru instalațiile marine.

- *Senzori de curent de coroziune* – detectează anomaliile în fluxul curentului de protecție, permițând un răspuns rapid în caz de defecțiune a sistemului.

- *Sisteme de monitorizare la distanță* – care utilizează tehnologii IoT și telemetrie pentru a ține evidența parametrilor de protecție catodică în timp real și pentru a răspunde amenințărilor potențiale.

Inspecția și monitorizarea regulate permit detectarea rapidă a potențialelor defecțiuni și ajustarea parametrilor sistemului, sporind eficiența protecției și reducând costurile de întreținere.

Cabluri și sisteme de conectare

În sistemele de protecție catodică, este extrem de important să existe cabluri și conexiuni electrice adecvate pentru a circula eficient curentul de protecție. Componentele cheie ale sistemului includ: cabluri care sunt rezistente la coroziune și deteriorări mecanice și acoperite cu un strat izolator pentru a proteja împotriva umidității și a substanțelor chimice, conectori anodici și catodici care trebuie să fie izolați corespunzător pentru a minimiza pierderea de curent și cutii de testare și puncte de testare care permit verificarea eficacității sistemului în diferite locații de-a lungul conductei.

Conexiunile realizate necorespunzător pot duce la pierderea curentului de protecție și la o protecție ineficientă împotriva coroziunii, astfel încât alegerea și calitatea instalației electrice sunt cruciale pentru eficacitatea întregului sistem. Un sistem de protecție catodică este format din multe componente care cooperează și a căror bună funcționare asigură o protecție eficientă împotriva coroziunii. Anozii, sursele de energie, sistemele de monitorizare, precum și cablurile și conexiunile trebuie să fie dimensionate corespunzător și inspectate periodic pentru a asigura protecția pe termen lung a conductelor subterane sau aeriene.

Aplicarea practică a protecției catodice în conductele petroliere

Protecția catodică este una dintre cele mai utilizate metode de protecție împotriva coroziunii în conductele petroliere. Eficacitatea sa a fost dovedită în multe proiecte din întreaga lume, atât în instalații subterane, cât și submarine. În această secțiune, vom discuta cazurile reale de utilizare a protecției catodice, provocările legate de implementarea acestora și principalele reglementări din industrie.

Aplicarea protecției catodice în diverse condiții de mediu

În conductele care transportă gaze, țiței și produsele sale, protecția catodică este utilizată pentru a preveni coroziunea cauzată de contactul metalului cu solul umed și apele subterane. În medii cu rezistivitate scăzută

a solului (de exemplu, zone umede, mlăștinoase), se utilizează anodi galvanici, în timp ce în zonele cu rezistivitate ridicată (de exemplu, zone deșertice, soluri uscate), trebuie utilizată protecția catodică deoarece fluxul natural al curentului de protecție este limitat.

Conductele de transport offshore sunt expuse la apă de mare puternică, care este un electrolit puternic ce accelerează procesele de coroziune. În acest tip de mediu, protecția catodică galvanică cu anodi de aluminiu sau zinc este soluția standard, deoarece oferă protecție pe termen lung fără a fi nevoie de o sursă de alimentare externă. Pentru structurile offshore mari, cum ar fi platformele petroliere și terminalele maritime, este mai frecventă utilizarea acestui sistem, care permit controlul precis al nivelului de protecție.

Provocări în implementarea protecției catodice

În ciuda eficienței protecției catodice, implementarea acesteia este asociată cu diverse provocări tehnice și operaționale. Printre cele mai frecvente probleme se numără:

- Proiectarea necorespunzătoare a sistemului – amplasarea necorespunzătoare a anozilor sau specificarea greșită a parametrilor curentului de protecție, poate duce la o protecție inefficientă a conductei sau chiar la accelerarea deteriorării locale.

- Variabilitatea condițiilor de mediu – diferențele în compoziția solului, salinitatea apei sau temperatura pot necesita ajustarea continuă a sistemului de protecție pentru a adapta nivelul de protecție la condițiile de exploatare.

- Interferențe cu alte instalații – în zonele cu un număr mare de conducte, cabluri sau infrastructură electrică, pot exista interferențe cu fluxul de curent de protecție, ceea ce necesită un studiu detaliat și optimizarea sistemului.

- Întreținerea și monitorizarea – sistemele de protecție catodică necesită inspecții și măsurători regulate pentru a asigura eficiența pe termen lung. Lipsa unei monitorizări adecvate poate duce la defecțiuni neobservate și la degradarea mai rapidă a conductelor.

Standarde și reglementări pentru protecția catodică

Protecția catodică în industria gazelor natural și în industria petrolieră este strict reglementată de norme și standarde internaționale care specifică cerințele pentru proiectarea, instalarea și monitorizarea sistemelor de protecție. Printre cele mai importante standarde sunt următoarele:

- NACE SP0169 – un standard internațional elaborat de National Association of Corrosion Engineers (NACE) care specifică regulile de proiectare și întreținere a sistemelor de protecție catodică pentru conductele subterane.

- ISO 15589-1 – un standard internațional care reglementează protecția catodică a conductelor din oțel, luând în considerare atât sistemele ICCP, cât și anozii galvanici.

- DNV-RP-F103 – Orientări pentru protecția catodică a conductelor și structurilor submarine aplicabile industriei offshore.

- EN 12954 – un standard european care specifică cerințele pentru protecția catodică a conductelor care transportă hidrocarburi și apă.

Respectarea acestor reglementări este esențială pentru asigurarea siguranței în exploatare și a protecției eficiente împotriva coroziunii.

Beneficiile protecției catodice

Protecția catodică joacă un rol cheie în protejarea conductelor de petrol împotriva coroziunii, asigurând durabilitatea și fiabilitatea acestora pe termen lung. Ea poate reduce în mod eficient riscul de defectare, reduce costurile de întreținere și îndeplinește cerințele de reglementare, fiind una dintre cele mai rentabile metode de protecție a infrastructurii de transport.

Conductele predispușe la coroziune necesită inspecții și reparații frecvente, care generează costuri de exploatare semnificative și riscul de întrerupere a transportului de materii prime. Cu ajutorul protecției catodice, procesele de coroziune sunt încetinite semnificativ sau complet inhibitate, permițând prelungirea duratei de viață a instalației cu până la câteva

decenii. Acest lucru înseamnă mai puțină nevoie de înlocuire a secțiunilor de conducte, defecțiuni reduse și cheltuieli de întreținere mai mici.

Protecția necorespunzătoare împotriva coroziunii poate duce la emisii de gaze în ambient, fuziuni de petrol și gaze, care reprezintă o amenințare gravă pentru mediu și pot duce la sancțiuni financiare severe pentru operatorii de conducte. Sistemele de protecție catodică minimizează riscul perforării conductelor și al scurgerilor necontrolate, prevenind dezastrele ecologice și sporind siguranța transportului de țiței.

Pe lângă aspectele tehnice, protecția catodică este necesară și pentru a respecta standardele internaționale de siguranță, precum NACE SP0169 și ISO 15589-1, care reglementează utilizarea măsurilor de prevenire a coroziunii. Implementarea acestei tehnologii evită problemele de neconformitate și reduce riscurile financiare ale posibilelor sancțiuni și daune.

Procedee electrochimice de galvanizare

Zincare electrochimica slab acidă în tamburi sau pe dispozitive/în băi

Zincare electrochimică slab acidă pe baza de cloruri (clorură de zinc; clorură de potasiu; în sistem performant de agenți de luciu), cuprinde următoarele etape sau faze tehnologice: pregătirea suprafeței înainte de zincare, care se realizează prin degresare chimică; electrochimică, urmată de decapare acidă.

Zincarea electrolitică propriu-zisă se realizează prin imersarea pieselor în baia de electrolit, timpul de menținere fiind 30 ÷ 120 min, în funcție de stratul de zinc necesar. Grosimea stratului obținut este de 5-20 μm.

Pasivarea stratului de zinc în soluții pe baza de crom trivalent (pasivare albă cu irizații). Acoperirea conferă o rezistență anticorozivă conform SR EN ISO 2081. Pentru asigurarea unor cerințe deosebite de rezistență la coroziune (test de ceață salină conform ISO 9227: 400 ÷ 600 ore fără rugina) se aplică suplimentar straturi de protecție pe baza de polimeri.

Se cunosc și alte două tipuri de protecții electrochimice: cromarea nelucioasă și nichelarea lucioasă, care se folosesc în domenii diferite de cel al instalațiilor de transport gaze natural și produse petroliere.

Alte procedee de protecție la coroziunea aliajelor pe bază de fer

Fosfatarea cu zinc sau mangan (pelicule foarte subtiri, foarte eficientă, aplicată după laminare sau forjare). Fosfatarea este un tratament chimic de conversie a suprafețelor metalice (în special fier, fontă, aluminiu) care creează un strat cristalin, insolubil de fosfat, oferind o protecție superioară împotriva coroziunii, aderență sporită pentru vopsea, reducere a frecării și izolație electrică. Acest proces pregătește suprafața pentru vopsire sau acoperiri ulterioare. (asigură o suprafață fină, nivelată și aderentă pentru vopsele sau acoperiri organice). Poate fi aplicat prin scufundare (10-15 min) sau pulverizare, folosind soluții de fosfatare (de obicei pe bază de acid ortofosforic diluat), ce conduc la formarea de filme subțiri de fosfat de zinc sau mangan. La baza stau procese substractiv-aditive sau aditiv-subtractive. Fosfatarea acționează și ca un degresant/decapant, îndepărtând contaminanți precum uleiurile sau rugina de suprafață.

Brunarea sau manganarea electrochimică (sau galvanizarea cu mangan/aliaje de mangan) reprezintă un proces tehnologic de acoperire a suprafețelor metalice (de obicei oțel) cu un strat de mangan sau aliaj de mangan, utilizând un curent electric pentru a depune metalul din electrolit pe piesa-catod. Acest procedeu este utilizat în special pentru protecția anticorozivă a oțelurilor, oferind o rezistență ridicată în medii neutre și bazice (foarte eficientă, aplicată după laminare sau forjare). Procesul de electrodepunere catodică în electroliti apoși sau în topitură. Se utilizează, de obicei, soluții pe bază de sulfat de mangan ($MnSO_4$) și sulfat de amoniu, în prezența unor aditivi cum ar fi compuși de seleniu (Se_2O_3), la un pH controlat. Se obțin straturi subțiri metalice sau amorfe (în funcție de densitatea curentului aplicat).

Brunarea sau oxidarea în topitură (cunoscută și sub numele de brunare alcalină la cald sau oxidare în săruri topite) este un proces de tratament de suprafață, de tip chimic de conversie, utilizat în principal

pentru oțeluri, fontă și oțeluri inoxidabile. Acest proces transformă stratul superior al metalului în oxid negru de fier (magnetită - Fe_3O_4), oferind rezistență la coroziune, un aspect estetic negru-intens și o peliculă care nu modifică dimensiunile pieselor. Piesele sunt scufundate în băi de săruri alcaline topite (NaOH - hidroxid de sodiu, NaNO_3 - nitrat de sodiu, NaNO_2 - nitrit de sodiu), la temperaturi ridicate, de obicei între 140°C și 155°C pentru brunarea standard, sau chiar mai mari (peste 300°C) pentru tratamente speciale de oțel inoxidabil. Spre deosebire de vopsire sau galvanizare, brunarea nu adaugă un strat exterior, ci convertește suprafața, ceea ce înseamnă că nu există riscul de cojire sau exfoliere. Oferă un finisaj uniform, ideal pentru piese cu configurație complexă. Este utilizată frecvent pentru elemente de fixare, scule, arme, piese de mașini și instrumente chirurgicale. După brunare, piesele sunt spălate și, de regulă, tratate cu uleiuri sau ceruri inhibitoare de coroziune pentru a spori protecția. Se cunosc și alte procese asemănătoare: *brunarea la rece (chimică)*, care folosește seleniură de cupru, este mai puțin rezistentă și nu respectă specificațiile militare/auto și *oxidarea anodică (eloxarea)*, care creează pelicule mai groase (20-50 microni), de obicei pe aluminiu. Brunarea în topitură este o metodă eficientă, rentabilă și durabilă pentru protecția și finisarea metalelor feroase.

Cementarea prin precipitare chimică (cunoscută și sub numele de cementare în hidrometalurgie) este un proces chimic de separare în care ionii unui metal nobil sau valoros dizolvați într-o soluție sunt reduși la starea metalică solidă (precipitat) prin adăugarea unui metal mai puțin nobil (sacrificial). Acest proces este un tip de precipitare electrochimică sau schimb ionic, utilizat pe scară largă pentru a recupera metale din soluții de leșiere sau pentru a purifica apele reziduale industriale. Cementarea funcționează pe baza diferenței de potențial redox (seria galvanică) dintre două metale. Soluția va conține ioni metalici dizolvați (de ex. Cu^{2+} , Pb^{2+} , Sb^{2+}) și metalul sacrificial, de exemplu Zn, Mg, Al. Metalul mai activ se dizolvă (se oxidează), transferând electroni către ionii metalului mai nobil, care se depun sub formă de solid (se reduc). Ionii de cupru din soluție se

depun ca metal solid pe suprafața fierului. Un exemplu notabil este utilizarea zincului pentru a precipita aurul din soluții cianurate. Purificarea apelor uzate: Îndepărtarea metalelor grele toxice din efluenți prin transformarea lor în solide insolubile. Este o tehnică simplă, ușor de controlat și eficientă pentru obținerea metalelor în formă reutilizabilă. În geologie, termenul "cementare" se referă la un proces similar, dar natural, prin care mineralele precipită din soluțiile apoase (de obicei bogate în calciu sau siliciu) și umplu spațiile dintre granulele de sedimente, transformându-le în rocă solidă. A nu se confunda cementarea prin precipitare chimică (hidrometalurgie) cu tratamentul termochimic de cementare a oțelurilor (carburare), care implică difuzia carbonului în suprafața oțelului pentru durificare. Deci, este total diferită de cementarea chimică (sau carburarea) este un proces termochimic utilizat în industria metalurgică pentru a îmbunătăți proprietățile mecanice ale pieselor din oțel, în special rezistența la uzură și oboseală, prin îmbogățirea stratului superficial cu carbon. Această metodă implică încălzirea oțelurilor cu conținut scăzut de carbon (de obicei sub 0,3% C) într-un mediu activ (carburant) la temperaturi înalte, de obicei în domeniul austenitic (peste 700°C-900°C), urmată de călire.

Placarea prin glazurare termică

Peliculizarea polimerică/aplicarea jachetelor cu termocontragere sau prin bandaje.

Aspecte privind nomenclatura in domeniu

Mentenanța protecției catodice

În cazul protecției catodice a sistemelor de transport și depozitare a gazelor naturale și a produselor petroliere, mentenanța are în atenție ansamblul activităților tehnice și administrative (întreținere, reparații, revizii) menite să asigure funcționarea optimă, siguranța și prelungirea duratei de viață a echipamentelor, sistemelor sau software-ului. Aceasta

previne defecțiunile (preventivă/predictivă) sau remediază problemele apărute (corectivă).

În acest caz avem o serie de tipuri principale de mentenanță:

- *Mentenanța Preventivă (planificată)*, care are în atenție intervențiile periodice menite să prevină defectarea echipamentelor prin verificări, curățare sau înlocuirea pieselor uzate;
- *Mentenanța Corectivă (reactivă)*, implică reparații efectuate după apariția unei defecțiuni sau a unui bug (în software), pentru a readuce sistemul la starea funcțională;
- *Mentenanța Predictivă* (bazată pe date), constă în monitorizarea stării echipamentului în timp real (senzorii de vibrații, temperature, dilatometrie) pentru a anticipa defecțiunile și dea interveni doar când este necesar.

Beneficii și importanță mentenanței

Optimizarea costurilor: Previne reparațiile majore și costisitoare.

Siguranță: Reduce riscurile de accidente sau avarii.

Fiabilitate: Crește durata de viață a echipamentelor.

Performanță: Menține sistemele la parametri tehnici nominali.

Contractele de mentenanță sunt acorduri juridice între beneficiar și un prestator de servicii, definind condițiile de intervenție și mentenanță a sistemelor, demers mult mai eficient decât dezvoltarea unui serviciu propriu de intervenție și metenanță, din cauză caracterului intermitent al avariilor sau cu perioade oscilate de risc.

Punerea în opera și exploatarea

Punerea în opera și darea în exploatare are următoarele etape: *Studii de fezabilitate* înainte de punerea în operă; *stabilirea locului de amplasare*, vecinătăți și extensia/dimensiuni, obținerea aprobărilor aferente; *realizarea studiilor de impact ecologic/controlul și verificarea studiului de impact ecologic/eliberarea acordului de mediu și planuri de conformare*; *Identificarea situațiilor de risc*; *încadrarea/raportarea* la sistemul cadastral și cel rural/urban; *proiectarea, achiziția (aprovizionarea) materialelor și construcția, urmată de verificarea și darea în exploatare*

După darea în funcționare prin monitorizare se are în atenție evoluția parametrilor de lucru sau de funcționare, analizând continuu **reziliență**, prin care se urmărește capacitatea unui sistem de a reveni la forma inițială în urma unui impact nedorit al factorilor de mediu, stress, exploatare neadecvată/defectuasă, utilizare improprie/neatentă (din culpă).

Efectele de deteriorare și de degradare

Sunt două efecte diferite, realizate sub impactul factorilor și agenților de mediu, inclusiv a factorului antropic:

Deteriorarea este efectul care conduce la modificarea *sării fizice* a unui element structural-funcțional sub influența factorilor fizico-mecanici și sonici/de vibrație, care au loc prin mecanisme de *destrucție* micro- sau macroscopice;

Degradarea este efectul de modificare a *naturii chimice* a unui component structural sub influența factorilor chimici/ electrochimici/ fotochimici, microbiologici/ metabolici și termici/radiative, care au loc la nivel molecular și supramolecular, prin mecanisme de alterare a conuenților chimici.

Prescurtari standard

ISO (Organizația Internațională de Standardizare) este o organizație independentă, non-guvernamentală, cu sediul la Geneva, care dezvoltă standarde internaționale pentru a asigura calitatea, siguranța și eficiența în diverse industrii, procese și tehnologii,

EN – Standard European, este un document tehnic aprobat de **CEN** (Comitetul European de Standardizare), **CENELEC** (Comitetul European de Standardizare Electrotehnică) sau **ETSI** (Institutul European de Standarde în Telecomunicații), adoptat de organismele naționale din 34 de țări, care oferă reguli, ghiduri sau caracteristici pentru produse, servicii sau procese.

API – The American Petroleum Institute,

AMPP - Association for Materials Protection and Performance,

Norme ANRE – Autoritatea Nationala de Reglementare in Domeniul Energiei, de exemplu: Normative tehnice energetice (NTE),

SR EN, Standarde Romane Originale, in accord cu cele engleze,

Otel inoxidabil (AISI 34/316), Oțel inoxidabil austenitic aliat cu Cr, Ni și Mo.

Optimizarea sistemului CP, protectie impotriva coroziunii in engleza;

DNV-RP-F103 - Recommended practice (RP) **DNV-RP-F103** has been prepared to facilitate the execution of detailed cathodic protection (CP) - Cathodic protection of submarine pipelines

Sistemele ICCP (Impressed Current Cathodic Protection - Protecția Catodică cu Curent Impus),

Cerinte NACE (Nomenclature of Economic Activities) este clasificarea statistică a activităților economice din Uniunea Europeană, utilizată pentru a grupa unitățile economice în funcție de activitatea lor. În România, codurile **NACE** sunt transpuse în clasificarea națională **CAEN** (Clasificarea Activităților din Economia Națională)

Referințe bibliografice

- [1] R. Heidersbach, Metallurgy and Corrosion Control in Oil and Gas Production. (Wiley Series in Corrosion), 2nd Edition, Wiley, 2018.
- [2] L. Oniciu, Coroziunea metalelor. Aspecte fundamentale si protectie anticoroziva. Ed. Științifică si Enciclopedică, București, 1986.
- [3] L. Benea Coroziune și protecții anticorozive - de la teorie la practică. Editura Academica, 2017.
- [4] I. Radoi, Introducere în coroziunea și protecția metalelor și aliajelor. Editura Facla, Timișoara, 1982.
- [5] W. Mourey, Conservarea antichităților metalice de la săpătură la muzeu. Ed. Tehnică, București, 1998.
- [6] A. Hache, La corrosion des metaux. Ed. Que Sais Je, 843, Paris, 1966.
- [7] * * *, https://www.afir.org.ro/sav/PhD_abstract_ro_SanduAV_long.pdf.
- [8] C. Bejinariu, I. Sandu, V. Vasilache, I.G. Sandu, M.G. Bejinariu, A.V. Sandu, M. Sohaciu, V. Vasilache, „Process for the micro-crystalline phosphate-coating of iron-based metal pieces”, Patent RO125457-B1/30.09.2014-B1/28.03.2013-A2/28.05.2010, OSIM File

- A/01023/29.12.2008, Owner the „Gheorghe Asachi” Technical University of Iasi, 12 ref.
- [8] C. Bejinariu, I. Sandu, C. Predescu, V. Vasilache, C. Munteanu, A.V. Sandu, V. Vasilache, I.G. Sandu, „Process for the crystalline lubricating phosphate-coating of iron-based metal pieces”, Patent RO125456-B1/30.09.2014-A2/28.05.2010, OSIM File A/01022/29.12.2008, Owner the „Gheorghe Asachi” Technical University of Iasi, 12 ref.
- [9] A.V. Sandu, C. Bejinariu, I.G. Sandu, P. Vizureanu, I. Sandu, C. Baci, V. Vasilache, „Process for Corrosion-Protection of Iron Pieces by Phosphating in Aqueous System”, Patent RO128933 – B1/28.03.2014(A2)/2013.10.30, Owner the Gheorghe Asachi Technical University of Iasi;
- [10] A.V. Sandu, C. Bejinariu, I.G. Sandu, I. Ionita, I. Sandu, V. Vasilache, „Process for anticorrosive phosphating of iron metal pieces”, Patent RO128835 – B1/28.03.2014(A2)/2013.09.30, Owner the Gheorghe Asachi Technical University of Iasi;
- [11] A.V. Sandu, I. Sandu, *Ecologie și management de mediu*. Ed. PIM (ISBN 978-606-13-4582-3), Iasi, 2018, 258p.
- [12] I. Sandu, *Degradarea și deteriorarea obiectelor de Patrimoniu Cultural*. Vol. I, Ed. Universității ”Al.I.Cuza” din Iași, (ISBN 978-973-703-341-3/978-973-703-342-0), Iași, 2008, 462p.
- [13] I.G. Sandu, I. Sandu, A. Dima, *Aspecte moderne privind conservarea artefactelor din materiale anorganice*. Ed. Performantica, (ISBN 973-730-048-3 și 973-730-220-5) Iași, 2006, 502p.
- [14] A.V. Sandu, A. Ciomaga, G. Nemptoi, C. Bejinariu, I. Sandu, „SEM-EDX and microFTIR studies on evaluation of protection capacity of some thin phosphate layers”, *Microscopy Research and Technique*, vol. 75, no. 12, pp. 1711-1716, 2012. DOI 10.1002/jemt.22110.
- [15] L. Oniciu, *Electrochimie și coroziune*, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1982.
- [16] J. A. Denny, *Principles and prevention of corrosion*, New York : Toronto : New York: Macmillan Pub. Co, 1991.

DEPOZITAREA PE TERMEN LUNG A CEREALELOR CA DETERMINANT STRATEGIC AL SECURITĂȚII ALIMENTARE

Diana Petronela POETELEA¹, Emilian MOSNEGUȚU*, Eniko GAȘPAR²,
Claudia TOMOZEI¹, Narcis BARSAN¹, Diana MIRILA², Oana IRIMIA²

¹*Department of Environmental Engineering, Mechanical Engineering and Agritourism,
Faculty of Engineering, "Vasile Alecsandri" University of Bacau, 600115
Bacău, Romania*

²*„Lucian Blaga” University of Sibiu, Faculty of Agricultural Sciences, Food Industry
and Environmental Protection*

*Corresponding author e-mail: emos@ub.ro

Rezumat: *Lucrarea examinează rolul depozitării pe termen lung a cerealelor ca determinant strategic al securității alimentare, într-un context global marcat de creșterea cererii pentru produse agricole, volatilitatea piețelor agroalimentare, schimbările climatice și instabilitatea geopolitică. Analiza pornește de la importanța cerealelor ca resurse fundamentale pentru alimentația populației, pentru sectorul zootehnic și pentru funcționarea sistemului agroalimentar, evidențiind faptul că caracterul sezonier al producției impune existența unor sisteme eficiente de stocare, capabile să asigure continuitatea aprovizionării și reducerea pierderilor post-recoltare. Sunt evidențiate funcțiile majore ale depozitării pe termen lung, respectiv conservarea cantității și calității cerealelor, susținerea stabilității pieței, limitarea fluctuațiilor de preț, consolidarea rezervelor strategice și creșterea rezilienței sistemelor alimentare în fața șocurilor economice, climatice și comerciale. De asemenea, lucrarea subliniază beneficiile economice și sociale ale depozitării, reflectate în îmbunătățirea veniturilor producătorilor agricoli, reducerea risipei alimentare, susținerea dezvoltării infrastructurii rurale*

și protejarea categoriilor vulnerabile în situații de criză. În același timp, sunt analizate principalele limitări și provocări asociate depozitării pe termen lung, precum costurile ridicate ale infrastructurii, riscurile tehnologice și operaționale, impactul schimbărilor climatice, precum și dificultățile instituționale și manageriale care pot reduce eficiența sistemelor de stocare. În concluzie, depozitarea pe termen lung a cerealelor trebuie abordată nu doar ca o operațiune tehnică, ci ca o componentă strategică a politicilor publice orientate spre securitate alimentară, autonomie alimentară, stabilitate economică și dezvoltare durabilă.

Cuvinte cheie: *Cereale; Depozitare pe termen lung; Securitate alimentară; Rezerve strategice; Pierderi post-recoltare; Stabilitatea pieței; Autonomie alimentară; Dezvoltare durabilă*

Introducere

Cerealele constituie una dintre cele mai importante resurse agricole la scară globală, reprezentând fundamentul alimentației umane și având, simultan, un rol esențial în sectorul zootehnic și în numeroase procese industriale. Grâul, porumbul și orezul contribuie semnificativ la aportul caloric al populației mondiale, iar dinamica demografică, urbanizarea și presiunea tot mai accentuată asupra sistemelor agroalimentare determină o creștere continuă a cererii pentru aceste produse. În acest context, provocarea nu rezidă exclusiv în sporirea producției, ci și în valorificarea eficientă a resurselor deja obținute [1–4].

Caracterul sezonier al producției de cereale, în contrast cu cererea constantă de consum, conferă depozitării un rol central în cadrul lanțului agroalimentar. Depozitarea nu se reduce la o simplă operațiune de conservare, ci reprezintă un sistem activ de gestionare a resurselor agricole, orientat spre menținerea calității boabelor, prevenirea degradărilor fizice, chimice și biologice și reducerea pierderilor cantitative și calitative. În absența unor condiții adecvate de stocare, deteriorarea cerealelor poate afecta direct securitatea alimentară și sustenabilitatea economică a producătorilor agricoli [5–9].

Relevanța depozitării pe termen lung este amplificată de contextul contemporan, marcat de schimbări climatice, volatilitate a producției agricole, perturbări ale comerțului internațional și instabilitate geopolitică. În fața acestor riscuri, stocarea cerealelor permite constituirea unor rezerve capabile să amortizeze șocurile alimentare, să asigure continuitatea aprovizionării și să limiteze fluctuațiile abrupte de prețuri, integrând astfel depozitarea în sfera strategiilor de securitate alimentară, stabilitate economică și reziliență socială [8–10]. În numeroase state, cerealele sunt tratate ca resurse strategice, iar gestionarea lor prin rezerve naționale destinate intervenției în situații de criză influențează direct autonomia alimentară, stabilitatea pieței și capacitatea instituțională de răspuns [11–18]. Din această perspectivă, lucrarea de față urmărește să evidențieze, într-o abordare narativ-analitică, importanța depozitării pe termen lung a cerealelor, cu accent pe relația dintre securitate alimentară, rezerve strategice și dezvoltare durabilă

Cerealele – resursă de bază pentru stabilitatea alimentară

Cerealele constituie un pilon fundamental al alimentației umane la scară globală, reprezentând principalele surse de carbohidrați complecși și de energie pentru populație. Grâul, orezul și porumbul sunt integrate în consumul zilnic al miliarde de persoane, atât sub formă de produse de bază, cât și ca materii prime pentru industria alimentară și sectorul zootehnic, ceea ce le conferă o importanță strategică în funcționarea sistemului agroalimentar mondial. Din perspectivă nutrițională, acestea furnizează carbohidrați, proteine vegetale, fibre alimentare, vitamine din complexul B și minerale esențiale, acoperind o parte semnificativă din necesarul caloric al populației, în special în statele cu venituri mici și medii [1–3].

Relevanța cerealelor trebuie analizată și prin prisma securității alimentare, concept ce include disponibilitatea alimentelor, accesul la acestea, utilizarea lor și stabilitatea în timp. În acest cadru, importanța cerealelor nu derivă exclusiv din volumul producției, ci și din capacitatea lor de a fi conservate și distribuite eficient pe termen mediu și lung. Chiar și în condițiile unor recolte favorabile, securitatea alimentară poate fi afectată atunci când o parte semnificativă a producției se pierde în etapa post-recoltare sau în timpul depozitării. Din această perspectivă,

diminuarea pierderilor de cereale poate produce efecte comparabile cu cele generate de creșterea producției agricole, contribuind direct la sporirea disponibilității alimentelor [1,4,6,7,9].

Caracterul strategic al cerealelor devine și mai evident în contextul vulnerabilității crescute a sistemelor alimentare contemporane. Schimbările climatice, conflictele geopolitice, instabilitatea economică și perturbările comerciale pot afecta simultan producția, distribuția și accesul la alimente, generând crize alimentare cu impact extins. În raport cu alte produse agricole, cerealele prezintă un avantaj strategic major, dat de posibilitatea stocării pe termen îndelungat și de constituirea unor rezerve capabile să amortizeze șocurile provocate de scăderi bruște ale producției sau de întreruperi ale fluxurilor comerciale [8,14–18].

Dincolo de funcția lor alimentară, cerealele contribuie direct la stabilitatea socio-economică. Accesul constant la produse cerealiere, la prețuri rezonabile, reprezintă o condiție esențială pentru coeziunea socială, întrucât creșterea abruptă a prețurilor la alimentele de bază poate amplifica tensiunile sociale și vulnerabilitatea economică. În același timp, cerealele constituie o componentă importantă a comerțului internațional și un pilon al economiilor rurale, iar prin depozitarea și distribuirea lor mai echilibrată în timp, fluctuațiile dintre cerere și ofertă pot fi atenuate, favorizând o funcționare mai stabilă și mai predictibilă a pieței [11,12,17].

În consecință, cerealele sunt integrate în strategiile naționale de securitate alimentară și în politicile publice orientate către autonomie alimentară și dezvoltare durabilă. Numeroase state constituie și gestionează rezerve de cereale destinate intervenției în situații de urgență, stabilizării pieței și sprijinirii categoriilor vulnerabile ale populației. Aceste stocuri reduc dependența de importuri și sporesc capacitatea statului de a interveni în contexte de volatilitate și criză. Prin urmare, cerealele depășesc statutul de simple produse agricole și se afirmă ca resurse strategice, a căror gestionare eficientă reprezintă un element-cheie al securității alimentare, al rezilienței economice și al stabilității sociale [14–18].

Depozitarea pe termen lung – necesitate și avantaj

Depozitarea pe termen lung a cerealelor reprezintă o componentă esențială a sistemelor agroalimentare moderne, întrucât asigură

continuitatea disponibilității alimentelor într-un context marcat de caracterul sezonier al producției și de constanța consumului. Prin posibilitatea de a păstra și distribui treptat cerealele recoltate sezonier, depozitarea asigură legătura funcțională dintre momentul producției și cel al consumului, contribuind în mod direct la menținerea unei aprovizionări stabile. Din această perspectivă, depozitarea depășește semnificația unei simple operațiuni tehnice și se configurează ca o verigă strategică a lanțului agroalimentar, cu rol în menținerea securității alimentare și în susținerea capacității de răspuns în situații de criză. Totodată, în cadrul strategiilor publice, stocurile menținute pe perioade extinse pot sprijini funcționarea rezervelor de stat și intervențiile necesare în contexte de instabilitate [4,10,16,17].

Un obiectiv fundamental al depozitării pe termen lung îl constituie conservarea cantității și calității cerealelor. După recoltare, boabele rămân materiale biologice active (Fig. 1). În schimb, literatura de specialitate evidențiază că aplicarea unor tehnologii moderne de stocare, precum silozurile etanșe, aerarea controlată și depozitarea în atmosferă modificată, permite reducerea substanțială a pierderilor și menținerea calității cerealelor pe perioade extinse, cu condiția controlului riguros al parametrilor de umiditate, temperatură și activitate biologică [6,8,18–20].

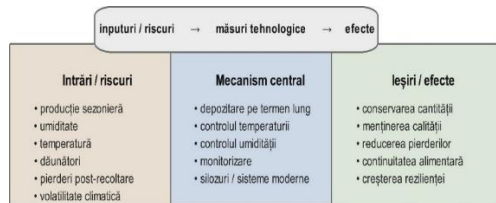


Fig. 1. Funcțiile principale ale depozitării pe termen lung a cerealelor

Reducerea pierderilor post-recoltare reprezintă una dintre cele mai eficiente modalități de sporire a disponibilității alimentare, fără a exercita o presiune suplimentară asupra resurselor naturale. Din această perspectivă, depozitarea pe termen lung poate avea un efect comparabil cu extinderea suprafețelor cultivate sau cu creșterea randamentelor agricole, întrucât permite valorificarea superioară a producției deja obținute. În același timp, investițiile în sisteme moderne de stocare reduc necesarul de

inputuri suplimentare și contribuie indirect la protecția mediului, susținând principiile agriculturii durabile [6,10,21].

Depozitarea cerealelor pe termen lung are, totodată, o relevanță economică semnificativă. Pentru fermieri, aceasta oferă posibilitatea de a evita valorificarea imediată a recoltei în perioadele de supraproducție sezonieră, caracterizate de regulă prin prețuri scăzute, și de a accesa ulterior ferestre de piață mai avantajoase, cu efecte favorabile asupra veniturilor și planificării financiare. La nivel macroeconomic, stocarea contribuie la amortizarea volatilității pieței prin absorbția surplusurilor și eliberarea controlată a cerealelor în perioadele de deficit, favorizând stabilitatea prețurilor, echilibrul dintre cerere și ofertă și dinamizarea investițiilor în infrastructura rurală și în ocuparea forței de muncă [11,12,17].

Importanța strategică a depozitării pe termen lung este amplificată de schimbările climatice, care sporesc incertitudinea producției agricole și intensifică frecvența fenomenelor meteorologice extreme. În aceste condiții, stocarea cerealelor devine un instrument esențial de adaptare a sistemelor alimentare, prin compensarea parțială a pierderilor cauzate de secetă, inundații sau alte dezastre naturale. Totodată, noile realități climatice impun utilizarea unor tehnologii mai performante de control al temperaturii, umidității și calității produselor stocate, ceea ce conferă depozitării statutul de investiție strategică pentru consolidarea rezilienței agroalimentare și pentru susținerea dezvoltării durabile [8,10,20].

Dimensiunea strategică a depozitării cerealelor

Cerealele sunt considerate, în majoritatea statelor, resurse strategice de importanță națională datorită rolului lor esențial în asigurarea securității alimentare, în menținerea stabilității economice și în prevenirea dezechilibrelor sociale. Spre deosebire de alte produse agricole, acestea se remarcă prin consumul lor universal, prin posibilitatea de a fi conservate pe termen lung și prin influența directă asupra accesului la alimente și a nivelului prețurilor. În acest context, depozitarea pe termen lung nu mai poate fi privită exclusiv ca o activitate logistică, ci ca un instrument

strategic de gestionare a unei resurse critice, cu implicații directe asupra rezilienței statului în fața situațiilor de criză [14–18].

Rezervele strategice de cereale reprezintă expresia instituțională a acestei funcții. Administrate, de regulă, la nivel guvernamental, ele au rolul de a asigura disponibilitatea alimentelor în situații de urgență, de a permite intervenții pe piață în caz de dezechilibre și de a proteja categoriile vulnerabile ale populației (Fig. 2). Organizații internaționale precum FAO, Banca Mondială și Programul Alimentar Mondial evidențiază importanța acestor stocuri în contextul intensificării crizelor alimentare globale, subliniind că ele contribuie la atenuarea șocurilor alimentare și la menținerea stabilității aprovizionării, mai ales în statele expuse riscurilor comerciale și geopolitice [14–16]. Funcționarea eficientă a acestor rezerve depinde însă de existența unor sisteme de depozitare capabile să mențină calitatea cerealelor pe perioade extinse, astfel încât stocurile să poată fi utilizate prompt și eficient atunci când este necesar [14–18].

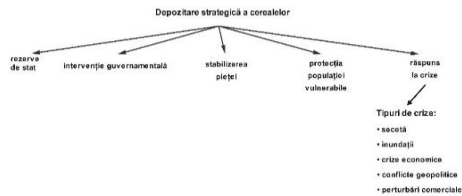


Fig. 2. Depozitarea cerealelor ca instrument strategic al statului

Rolul statului în organizarea și coordonarea depozitării strategice a cerealelor este esențial, întrucât prin politici publice, investiții în infrastructura de stocare și reglementarea funcționării pieței agroalimentare se creează cadrul necesar pentru administrarea eficientă a rezervelor și limitarea riscurilor sistemice. Totodată, eficiența acestui proces depinde de menținerea unui echilibru între intervenția statului și mecanismele de piață, astfel încât să fie evitate distorsiunile economice și descurajarea inițiativelor private din domeniul depozitării și comercializării cerealelor [14,15,17].

O dimensiune definitorie a caracterului strategic al depozitării cerealelor constă în capacitatea sa de a stabiliza piețele agricole. În perioadele de supraproducție, depozitarea permite absorbția excedentului

de ofertă și limitează prăbușirea prețurilor, protejând veniturile producătorilor agricoli, în timp ce, în perioadele de deficit, eliberarea controlată a stocurilor contribuie la temperarea creșterilor excesive de preț și la menținerea accesibilității produselor de bază pentru consumatori. În acest mod, depozitarea pe termen lung funcționează ca un mecanism de echilibrare a pieței, cu efecte stabilizatoare asupra întregului sistem agroalimentar, mai ales într-un context marcat de volatilitate ridicată, schimbări climatice și instabilitate a comerțului internațional [11,12,14,15].

Depozitarea strategică a cerealelor contribuie, de asemenea, la consolidarea autonomiei alimentare, înțelegând ca aptitudinea unui stat de a-și asigura necesarul alimentar de bază cu o dependență redusă față de importuri. Pentru statele expuse unor riscuri logistice, comerciale sau geopolitice, existența unor capacități suficiente de stocare pe termen lung constituie un avantaj strategic major, deoarece permite gestionarea mai eficientă a fluxurilor import-export și reduce vulnerabilitatea sistemului agroalimentar la perturbări externe. În consecință, depozitarea pe termen lung a cerealelor trebuie abordată ca o investiție strategică, ale cărei beneficii depășesc sfera agricolă propriu-zisă și se extind asupra securității alimentare, stabilității economice și creșterii rezilienței societale în ansamblu [14–18].

Beneficii economice și sociale ale depozitării pe termen lung a cerealelor

Prin decalarea momentului comercializării către intervale mai favorabile din punct de vedere al pieței, fermierii își pot consolida stabilitatea veniturilor, își pot îmbunătăți planificarea financiară și își pot susține mai eficient capacitatea investițională. În această perspectivă, depozitarea depășește funcția strict conservativă, configurându-se ca un instrument de echilibrare economică, cu relevanță deosebită mai ales pentru exploatațile mici și mijlocii [11,12].

La nivelul pieței agroalimentare, depozitarea pe termen lung îndeplinește o funcție esențială de reglare, prin absorbția surplusurilor în perioadele de recoltare și prin eliberarea controlată a stocurilor în

momentele de deficit. În acest mod, ea contribuie la atenuarea fluctuațiilor extreme ale prețurilor, la reducerea incertitudinii pentru producători și consumatori și la menținerea accesului la alimente de bază la prețuri rezonabile, cu efecte favorabile asupra securității alimentare și asupra protecției puterii de cumpărare a populației [11,12,17].

Din perspectivă socială, efectele depozitării pe termen lung se reflectă în diminuarea pierderilor post-recoltare, în creșterea disponibilității efective a cerealelor și în consolidarea capacității de intervenție în situații de criză. Prin asigurarea unor stocuri bine gestionate, autoritățile pot răspunde mai rapid nevoilor categoriilor vulnerabile și pot limita riscul apariției tensiunilor sociale asociate penuriei alimentare. Astfel, depozitarea pe termen lung nu susține doar echilibrul economic al sectorului agricol, ci contribuie și la întărirea coeziunii sociale și a rezilienței sistemului alimentar [13,17,19].

Depozitarea pe termen lung generează efecte economice indirecte (Fig. 3) prin stimularea infrastructurii agricole și rurale, atragerea investițiilor și susținerea activităților conexe, precum transportul, monitorizarea, condiționarea și comercializarea cerealelor, contribuind astfel la diversificarea economiei rurale și la creșterea competitivității sectorului agroalimentar [11,17].

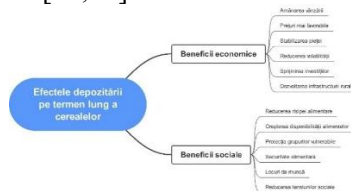


Fig. 3. Efectele economice și sociale ale depozitării pe termen lung a cerealelor

În același timp, depozitarea eficientă reduce risipa alimentară și valorifică mai bine resursele naturale, energetice și umane investite în producție. Prin limitarea pierderilor post-recoltare, se susține o distribuție mai echitabilă a alimentelor și se consolidează obiectivele sociale și etice ale dezvoltării durabile [13,19].

Limitări și provocări ale depozitării pe termen lung a cerealelor

Depozitarea pe termen lung a cerealelor, deși esențială pentru securitatea alimentară și pentru stabilitatea pieței, depinde de existența unei infrastructuri adecvate și de capacitatea economică de a o susține. Construirea și exploatarea facilităților moderne de depozitare implică investiții importante în silozuri, sisteme de ventilație, monitorizare a temperaturii și control al umidității, la care se adaugă costuri permanente cu energia, întreținerea și personalul calificat. În consecință, accesul la aceste infrastructuri rămâne inegal, iar fermele mici și mijlocii sunt adesea cele mai afectate de aceste bariere financiare [7–10].

Pe lângă constrângerile economice, depozitarea pe termen lung este expusă unor riscuri tehnologice, operaționale și climatice care pot compromite calitatea și siguranța cerealelor. Defecțiunile echipamentelor, manipularea necorespunzătoare, lipsa monitorizării eficiente și infestarea cu insecte, rozătoare sau microorganisme pot genera pierderi semnificative, iar utilizarea necontrolată a substanțelor chimice pentru combaterea dăunătorilor poate afecta siguranța alimentară și conformitatea produselor pe piață [7–10]. În același timp, schimbările climatice — prin creșterea temperaturii, variațiile extreme de umiditate și frecvența fenomenelor severe — amplifică procesele de degradare, favorizează apariția condensului și a mucegaiurilor și impun utilizarea unor tehnologii mai performante de control al mediului de stocare [8,20].

Eficiența depozitării pe termen lung depinde, de asemenea, de capacitatea instituțională și managerială, precum și de acceptabilitatea economică și socială a investițiilor în acest domeniu. Lipsa unor politici coerente, a coordonării între actorii lanțului agroalimentar și a personalului calificat poate reduce performanța sistemelor de depozitare și poate conduce la utilizarea ineficientă a resurselor [7–10]. În plus, deși beneficiile stocării se manifestă pe termen mediu și lung, mulți producători au nevoie imediată de lichidități după recoltare, ceea ce reduce atractivitatea investițiilor în capacități de depozitare. În aceste condiții, depășirea limitărilor existente necesită nu doar investiții materiale, ci și măsuri educaționale, instituționale și de politică publică orientate spre

dezvoltarea și utilizarea eficientă a sistemelor de depozitare a cerealelor [7–10].

Concluzii

Analiza realizată confirmă faptul că depozitarea pe termen lung a cerealelor depășește semnificația unei simple operațiuni tehnice și se afirmă ca un instrument strategic de gestionare a unei resurse esențiale pentru alimentație și stabilitate socio-economică. Importanța acesteia rezultă din capacitatea de a reduce pierderile post-recoltare, de a susține securitatea alimentară, de a stabiliza piețele și de a sprijini formarea rezervelor necesare în situații de criză. Beneficiile economice și sociale ale depozitării sunt evidente, însă valorificarea lor deplină presupune depășirea unor limite legate de costuri, infrastructură, riscuri tehnologice și capacitate instituțională. În acest context, dezvoltarea unor sisteme moderne și eficiente de stocare trebuie integrată în strategiile publice orientate către autonomie alimentară, stabilitate economică și dezvoltare durabilă.

Referințe bibliografice

- [1] FAO. The State of Food Security and Nutrition in the World; Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy, 2021.
- [2] FAO. Cereal Supply and Demand Brief; FAO: Rome, Italy, 2022.
- [3] OECD; FAO. OECD–FAO Agricultural Outlook 2023–2032: Cereals; OECD Publishing: Paris, France, 2023.
- [4] D.S Jayas, Storing Grains for Food Security and Sustainability. *Agric. Res.*, 1, 201221–24.
- [5] M.C. Bourne, Postharvest Food Losses: An Overview; FAO: Rome, Italy, 1977.
- [6] D. Kumar, P. Kalita, Reducing Postharvest Losses during Storage of Grain Crops to Strengthen Food Security in Developing Countries, *Foods*, 6, 2017, Art. no. 8.
- [7] S. Das, A. Barve, N.C. Sahu, K. Muduli, A. Kumar, S. Luthra, Analysing the Challenges to Sustainable Food Grain Storage

- Management: A Path to Food Security, *Int. J. Food Sci. Technol.*, 58, 2023, pp. 5501–5509
- [8] G. Chen, J. Hou, C. Liu, A., *Scientometric Review of Grain Storage Technology in the Past 15 Years*, *Foods*, 11, 2022, art. no. 3836
- [9] FAO. *Manual on the Prevention of Post-Harvest Grain Losses*; FAO: Rome, Italy, 2019
- [10] FAO. *Post-Harvest Management: Bridging Gaps and Embracing Innovations*; Flores Rojas, M.; Houmy, K.; Fawole, O., Eds.; FAO: Rome, Italy, 2024. <https://doi.org/10.4060/cd1185en>
- [11] Grain Market EU. *The Role of Grain Storage in Market Stability*. 2025. Available online: <https://grain-market.eu/the-role-of-grain-storage-in-market-stability/> [accessed 2026-04].
- [12] OECD. *Cereals Market Trends and Price Volatility*; OECD Publishing: Paris, France, 2024.
- [13] FAO. *Food Loss and Food Waste Policy Series*; FAO: Rome, Italy, 2020.
- [14] World Bank; FAO; WFP. *Strengthening Strategic Grain Reserves to Enhance Food Security*; World Bank: Washington, DC, USA, 2025.
- [15] World Bank Blogs. *Leveraging Strategic Grain Reserves to Enhance Food Security*, 2025. Available online: <https://blogs.worldbank.org/en/agfood/leveraging-strategic-grain-reserves-to-enhance-food-security>
- [16] WFP. ; *World Food Programme*: Rome, Italy, 2023.
- [17] IFPRI. *Food Reserves, Food Security, and Global Stability*; International Food Policy Research Institute: Washington, DC, USA, 2022.
- [17] American Security Project. *Food Insecurity: Why Strategic Food Reserves Matter*; ASP: Washington, DC, USA, 2022.
- [18] FAO. *Guidelines on the Measurement of Harvest and Post-Harvest Losses*; FAO: Rome, Italy, 2018.
- [19] FAO. *Climate Change and Post-Harvest Losses*; FAO: Rome, Italy, 2022.
- [20] GrainPro Inc. *Long-Term Storage for Grains as a Food Security Solution*. 2021. [Available online: <https://news.grainpro.com/long-term-storage-for-grains-as-food-security-solution>].

SURFACE WATER MANAGEMENT AND THE ROLE OF TREATMENT PLANTS IN ADAPTING TO CURRENT REQUIREMENTS

Eduard-Marian POPESCU^{1*}, Narcis BARSAN^{1*}, Grzegorz PRZYDATEK², Dan IANCULESCU³, Dana CHITIMUS¹, Mirela PANAINTE-LEHADUS¹

¹*Department of Environmental Engineering, Mechanical Engineering and Agritourism, Faculty of Engineering, "Vasile Alecsandri" University of Bacau, 600115 Bacau, Romania*

²*Engineering Faculty of University of Applied Sciences in Nowy Sacz, Zamenhofa 1a, Nowy Sacz, Poland*

³*Faculty of Hydrotechnics, Technical University of Civil Engineering Bucharest, Lacul Tei, no. 122-124, 020396 Bucharest, Romania*

*Corresponding author e-mail: popescueduard1981@yahoo.com; narcis.barsan@ub.ro

Abstract: *The paper presents a comparative analysis of surface water management, highlighting the evolution of treatment processes within the Cărăboia and Barați treatment plants. The study examines the transition from solutions used approximately two decades ago, characterized by conventional technologies and limited adaptability, to modern systems focused on efficiency, safety, and compliance with current regulatory requirements. The main stages of the treatment process, the implemented technological improvements, and their impact on the quality of supplied water are analyzed. Furthermore, the paper emphasizes current challenges related to the variability of surface water sources, climate influences, and increasing consumption demands. The results underline the essential role of treatment plant modernization in ensuring sustainable water resource management.*

Keywords: *Water management; Surface water; Treatment processes; Water treatment plants; Water quality; Drinking Water; Operational efficiency; Hydraulic infrastructure.*

Introduction

Water is an essential resource for life. Human history shows that the primary freshwater sources have been rivers. They still play a significant role in socio-economic development [1, 2]. In the last decades, water quality has been affected by environmental pollution produced by anthropic activities, becoming inappropriate for drinking, irrigation, and other uses [1, 3] . Therefore, its consumption can harm organisms, especially humans, given that more than two-thirds of organisms are formed of water [1, 4].

Unfortunately, people in some regions or countries lack sufficient access to clean water or use water from contaminated sources with disease-carrying organisms, pathogens, or unacceptable levels of toxic substances and suspended solids [1, 5-7]. Olukanni et al. [1, 8] show that over 2.2 million people in developing countries die annually from diseases provoked by contaminated water. Inefficient water treatment and the distribution of drinking water, as well as the consumption of contaminated water, can lead to the apparition of many diseases [1, 9] . To avoid such effects, drinking water must be tasteless, odorless, and colorless, and free from physical, chemical, and biological contaminants.

Romania has abundant sources of drinking water. However, the demand for water resources is constantly rising due to population growth, intensified agricultural and industrial activities, and the recent years of low rainfall and adverse conditions, which impact the quality of drinking water source [1, 10]. The quality of drinking water is essential for EU resident.

Researchers' studies reflect the interest in the topic [1, 11-16]. Romania is also tasked with finding cost-effective and innovative approaches that address environmental, regulatory, and public concerns for maintaining a clean environment [1, 17, 18].

The demand on water supply is increasing over the last century due to improved lifestyle, industrial development and population growth. This

increased demand is facing a paradox to produce treated water with highquality at lower cost. In order to reduce the water cost, it is very important to optimize the operating expenses in the water treatment plant (power, chemicals, operator's expense) and many measures should be performed in this vision.

The optimization of water treatment plant is not a disciplinary to maximize the treatment objective and minimize the cost of the water produced. But it consists of understanding the functioning of the treatment plant and treasure the experience of the operators in dealing with all treatment process related to different aspects [19].

In this context, water treatment plants supplied from surface water sources play a key role in ensuring both water quality and supply reliability. Surface water is subject to significant variability in terms of physical, chemical, and biological characteristics, which requires adaptable and efficient treatment processes. Therefore, analyzing the operation and evolution of such treatment systems provides valuable insights into the optimization of water management practices. This study focuses on the treatment plants of Cărăboia and Barați, highlighting their technological development and operational particularities in response to changing environmental and consumption conditions.

The current surface water supply system in Bacău County, based on the Poiana Uzului reservoir and the associated treatment plants, is illustrated in figure 1.

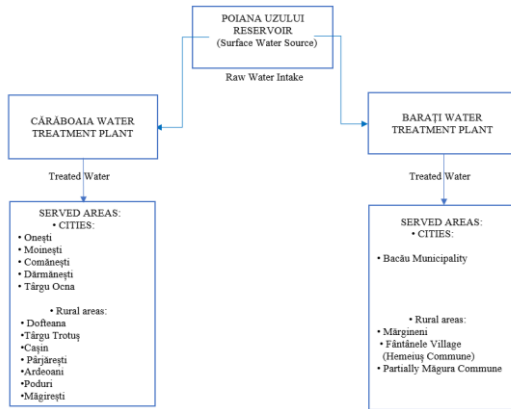


Fig. 1. Water supply system diagram of Bacău county

The understanding of the water treatment functioning is a very important step on the performances optimization program. A systematic gathering of information about plant performances are need such as:

- Data trending and analysis.
- Check plant design criteria against actual and the controlling operations to improve the plant performances.
- Track chemical dosing and use indicators.
- Field measurements and visual observation.
- Collaboration of operators (quality water operators, maintenance team and managing operator).
- Plant specific operating guidelines and procedures.
- Accuracy and control of the on-line measurement devices [1].

Cărbăoia Water Treatment Plant – Evolution and Current Status

Historical Background

The Cărbăoia Water Treatment Plant (Fig. 2), located in the vicinity of Dărmănești city, was developed as part of the regional water supply system designed to serve the Trotuș Valley. The plant was

constructed between 1972 and 1974 and became fully operational in 1975, with a designed capacity of approximately 1600 L/s.



Fig. 2. The location of the Cărăboia Water Treatment Plant.

The investment was part of a broader hydraulic infrastructure project aimed at supplying drinking water to several urban and rural communities in Bacău County. The raw water source is the Poiana Uzului reservoir, a surface water body that ensures the required flow through a multi-level intake system, allowing water abstraction from different depths depending on quality conditions.

Initially, the Cărăboia treatment plant played a major regional role, supplying water not only to the Trotuş Valley localities but also, for a significant period, to the municipality of Bacău through a dedicated adduction system. This highlights the strategic importance of the plant within the county's water supply network.

The drinking water supply for Bacău Municipality was managed by the Bacău Regional Water Company and relied on three pumping units:

The first unit was used for filling pipeline, featuring a 180 kW electric motor and an 8 NDS-B type pump ($Q = 160 \text{ L/s}$, $H = 80 \text{ mwc}$). The purpose of using this station was to prevent

water hammer and to control the removal of air from the main water supply pipe.

- The second unit consisted of a MIB electric motor (500 kW, 1500 rpm) and a 14 NDS type pump ($Q = 380 \text{ L/s}$, $H = 100 \text{ mwc}$). This

pumping station had the role of supplying water in normal mode and at peak demand.

- The third unit comprised a MIB-En 630M electric motor (500 kW, 1500 rpm) and an Omega type pump (Q = 450 L/s, H = 120 mwc). This station together with the second one, operated according to the philosophy of a group of pumps , one active and the other reserve.

The use of the pumping groups ensured the required flow through a 60 km adduction line (Dn 800 mm) to the Barati Reservoir, which had a capacity of 10,000 m³ [20] .

Conventional Treatment Process (Initial Configuration)

In its original configuration, the Cărbăoia plant operated using a conventional surface water treatment scheme, typical for that period. The process included the following main stages: pre-chlorination, coagulation, flocculation, sedimentation, filtration, and final disinfection.

The technological line was based on radial clarifiers and rapid sand filters , designed to handle variations in raw water quality specific to surface sources. However, the system had limited flexibility in responding to sudden changes in turbidity or organic load, relying heavily on operator experience for process control.

Rehabilitation and Modernization

In order to improve performance and comply with updated water quality standards, the Cărbăoia plant underwent a rehabilitation and modernization process , finalized around 2020 as part of regional infrastructure development programs.

The modernization works introduced several key improvements:

- implementation of a new coagulant (polyaluminium chloride – PAX), replacing ferric chloride
- installation of a static mixer on the raw water pipeline for improved reagent dispersion

- upgrading of mixing systems (replacement of propeller mixers with vertical paddle mixers)
- partial rehabilitation of sedimentation units
- implementation of a sludge management and recovery line
- improvements in flow control and operational regulation

These upgrades significantly enhanced the efficiency and stability of the treatment process, especially under variable raw water conditions.

Current Operation and Role in the Water Supply System

At present (Fig. 4), the Cărbăoaia Water Treatment Plant continues to operate as a key component of the regional water supply system, providing treated water to multiple urban centers, including Onești, Moinești, Comănești, Dărmănești, and Târgu Ocna, as well as several surrounding rural communities.



Fig. 3. Cărbăoaia Water Treatment Plant: Coagulation-flocculation stages, Radial clarifier, Rapid sand filters and water disinfection equipment.– current state

Although the plant previously supplied water to the municipality of Bacău, this function has been significantly reduced following the commissioning of a more modern supply system based on the Barați Water Treatment Plant.

Currently, Cărbăoia plays a primarily regional role, ensuring water supply reliability for the Trotuș Valley, while operating under improved technological and operational conditions compared to its initial configuration.

Technical Summary – Barați Water Treatment Plant (2008–2011)

The Bacău Water Treatment Plant project, implemented between 2008 and 2011, was designed to ensure a modern and reliable drinking water supply system based on surface water from the Poiana Uzului reservoir. The project included the construction of a new water treatment facility at Barați (Fig. 4) and the development of an integrated raw water conveyance and control system.

The treatment plant was designed for a maximum capacity of approximately 800 L/s, with an average operational flow of around 684 L/s, ensuring compliance with the European Directive 98/83/EC on drinking water quality [21].

The system incorporates a controlled raw water intake, where flow is measured and regulated through automated valves and monitored via a centralized SCADA system. The raw water is conveyed from the Poiana Uzului reservoir through an extended adduction system, ensuring a continuous and controlled supply to the treatment plant.

The technological scheme includes multiple parallel treatment lines, allowing operational flexibility and improved process efficiency. Key process units comprise raw water intake and distribution chambers, flow measurement systems, rapid mixing and flocculation tanks, sedimentation units, rapid sand filters, disinfection facilities, and sludge handling systems.



Fig. 4. The location of the Barați Water Treatment Plant.

The control philosophy is based on automated monitoring and regulation of the main technological parameters, including flow, turbidity, and chemical dosing, ensuring optimal process performance and operational safety under varying raw water conditions.

Following the execution works, a new water treatment plant was commissioned at Barați and approximately 46 km of the 66 km raw water adduction network were rehabilitated. As a result, the water supply of the municipality of Bacău was ensured separately, directly from the Poiana Uzului reservoir, thus discontinuing the supply previously provided through the Cărăboia Water Treatment Plant.

Water Flow and Quality Parameters

The design of the Bacău Drinking Water Treatment Plant is based on a set of critical hydraulic [21] and qualitative parameters. These values establish the operational range for the treatment processes, ensuring compliance with European Directive 98/83/EC regarding drinking water quality.

The treatment plant was designed to handle a maximum flow rate of 800 l/s. The following table (Table 1) summarizes the raw water intake and internal recycling flows (backwash return and sludge recirculation).

Table 1. Design Flow Rates for Raw Water and Recirculated Flows. Adapted from [21]

Flow Parameter	Maximum	Average	Minimum
Raw Water Flow (L/s)	800	684	500
Return Tank Flow (WW settings) L/s)	24.6	20.9	15.
Sludge Recirculation (L/s)	43.4	35.2	25.8
Total Flow (L/s)	868	740.1	541
Total Flow (ML/day)	75	64	47

The treatment process must effectively treat surface water characterized by the following physical and chemical properties (Table 2).

Table 2. Physical and Chemical Characteristics of Raw Water. Adapted from [21]

Raw Water Parameter	Max	Ave	Min
Color (°Hz)	12.0	12.0	12.0
Turbidity (NTU)	26.0	10.0	4.0
Iron (mg/L)	0.13	0.09	0.03
Alkalinity (mg CaCO ₃)	111	94	74
pH	8.0	7.6	6.7
Conductivity (µS/cm)	220	200	175
Hardness (mg/L as CaCO ₃)	102	97	94

Control Philosophy and Operational Reliability

The operation of the Bacău Water Treatment Plant is designed for maximum flexibility, allowing for both fully automated and manual control modes. The core of the system relies on a network of five Programmable Logic Controllers (PLCs) integrated with a centralized SCADA system, which minimizes operator intervention and provides real-time monitoring of all critical parameters. This automated framework coordinates the Power Control Centers (MCC) and local

control panels to manage the entire treatment process, from intake to chemical dosing and filtration.

Over the years, this system has proven its long-term efficiency, maintaining a steady performance without significant operational failures. The robustness of the original design has ensured a reliable water supply for the municipality, even under varying raw water conditions.

The following images (Figure 5) provide a current view of the facility, showcasing the state of the equipment and infrastructure that continue to operate effectively today.



Fig. 5. Barați Water Treatment Plant: Coagulation-flocculation stages, Lamella clarifier, Rapid sand filters and water– current state

Conclusions

The present study highlights the evolution and current role of surface water treatment systems in Bacău County, with a focus on the Cărăboia and Barați water treatment plants. The analysis demonstrates the transition from conventional, operator-dependent technologies to modern, automated and efficient systems capable of ensuring compliance with current European water quality standards.

The Cărăboia Water Treatment Plant, initially designed using classical treatment schemes, has undergone significant modernization, leading to improved process stability, enhanced adaptability to raw water variability, and increased operational efficiency. Although its role in supplying the municipality of Bacău has diminished, it remains a key regional facility ensuring water supply reliability for the Trotuș Valley.

The Barați Water Treatment Plant represents a modern approach to water treatment, integrating advanced technological solutions, automation

(SCADA and PLC systems), and flexible operational schemes. The implementation of this system between 2008 and 2011 marked a major shift in the regional water supply strategy. Following the execution works, a new water treatment plant was commissioned at Barați and approximately 46 km of the 66 km raw water adduction network were rehabilitated. As a result, the water supply of the municipality of Bacău was ensured separately, directly from the Poiana Uzului reservoir.

Overall, the study underlines the importance of continuous investment in infrastructure modernization, process optimization, and automation in order to respond to increasing water demand, climate variability, and stricter regulatory requirements. The integration of modern treatment technologies and intelligent control systems represents a key factor in achieving sustainable and resilient water management.

References

- [1] A. Bărbulescu, L. Barbeș „Assessing the Efficiency of a Drinking Water Treatment Plant Using Statistical”, *Methods and Quality Indices. Toxics*, 11, 2023, Article Number: 988. <https://doi.org/10.3390/toxics11120988>. [Accessed on April 18].
- [2] M. Javier, S. Zadeh, H. Turrall, „Water Pollution from Agriculture: A Global Review”; The Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome and the International Water Management Institute on Behalf of the Water Land and Ecosystems Research Program: Colombo, Sri Lanka; 2017, pp. 1–35.
- [3] M. Kumar, P. Gikas, K. Kuroda, M. Vithanage, „Tackling water security: A global need of cross-cutting approaches”. *J. Environ. Manag.*, 306, 2022, Article Number 114447.
- [4] W.T Al-Mayah, „Chemical and microbial health risk assessment of drinking water treatment plants in Kut City, Iraq. *Mater*”. *Today Proc.*, 42, 2021, pp. 3062–3067.
- [5] S. Lakshmi, S. Sankari, S. Prasanna, G. Madhurambal, „Evaluation of Water Quality Suitability for Drinking using Drinking Water Quality Index in Nagapattinam district, Tamil Nadu in Southern India”. *Groundw. Sustain. Dev.*, 6, 2018, pp. 43–49.

- [6] A. Bărbulescu, L. Barbeș, C.S. Dumitriu, „Assessing the Water Pollution of the Brahmaputra River Using, Water Quality Indexes”. *Toxics*, 9, 2021, Article Number 297.
- [7] A. Bărbulescu, L. Barbeș, C.S. Dumitriu, „Statistical Assessment of the Water Quality Using Water Quality Indicators. A case study from India”, *Water Safety, Security and Sustainability, Advanced Sciences and Technologies for Security Applications*; Vaseashta, A., Maftai, C., Eds.; Springer International Publishing: Cham, Switzerland; Chapter 26, 2021, pp. 599–613.
- [8] D.O. Olukanni, M.A. Ebuete, A. Wu „Drinking water quality and sanitation issues: A survey of a semi-urban setting in Nigeria”, *Int. J. Res. Eng. Sci.*, 2, 2014, pp. 58–65.
- [9] L.A. Onyango, C. Quinn, K.H. Tng, J.G. Wood, G. Leslie, „A study of failure events in drinking water systems as a basis for comparison and evaluation of the efficacy of potable reuse schemes”, *Environ. Health Insights*, 9, 2016, pp. 11–18.
- [10] A. Bărbulescu, L. Barbeș, „Assessing the water quality of the Danube River (at Chiciu, Romania) by statistical methods”, *Environ. Earth. Sci.*, 79, 2020, Article Number 122.
- [11] I.A. Bucurica, I.D. Dulama, C. Radulescu, A.L. Banica, „Surface water quality assessment using electro- analytical methods and inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS)”, *Rom. J. Phys.*, 67, 2022, Article Number 802.
- [12] S. Voinea, C. Nichita, E. Burchiu, C. Diac, I. Armeanu, „Study case of potable water from wells in the metropolitan Bucharest area. Influences on human health–interdisciplinary lab”. *Rom. Rep. Phys.* 74, 2022, Article Number 902.
- [13] S. Voinea, C. Nichita, I. Armeanu, B. Solomonea, „Experimental study of biodegradable materials in environmental physics classes”. *Rom. Rep. Phys.* 73, 2021, Article Number 903.
- [14] A. Bărbulescu, L. Barbeș, „Statistical methods for assessing water quality after treatment on a sequencing batch reactor”, *Sci. Total Environ.* 752, 2021, Article Number 141991.
- [15] E. Chirilă, T. Bari, L. Barbeș, „Drinking water quality assessment in Constanța town”, *Ovidius Univ. Ann. Chem.*, 21, 2010, pp.87–90.

- [16] A. Chilian, N.-M. Tanase, V. Popescu, C. Radulescu, O.-R. Bancuta, I. Bancuta, „Long-Term Monitoring of the Heavy Metals Content (Cu, Ni, Zn, Cd, Pb) in Wastewater Before and after the Treatment Process by Spectrometric Methods of Atomic Absorption (FAAS and ETAAS)”. *Rom. J. Phys.* 67, 2022, 804.
- [17] A.E. Sterpu, A. Bărbulescu, L. Barbeș, C.I., Koncsag, „Modeling the Mixing Process of Industrial and Domestic Wastewater Sludge”, *Environ. Eng. Manag. J.* , 14, 2015, pp. 1241–1246.
- [18] A. Bărbulescu, A.E. Sterpu, L. Barbeș, C.I. Koncsag, „New Correlation for the Mixing of Wastewater Sludge”, *Rom. J. Phys.*, 62, 2017, 801.
- [19] M. Farhaoui, M. Derraz, „Review on Optimization of Drinking Water Treatment Process”, *Journal of Water Resource and Protection*, 8, 2016, pp. 777-786.
- [20] Water Management No. 96 of 23.04.2008 related to the Dărmănești (Cărăboia) Water Treatment Plant, Bacău County.
- [21] Construction of Bacău drinking water treatment plant, operations and control documentation.

ANALYSIS OF THE OLFATORY IMPACT OF EMISSIONS GENERATED BY CIVIL AND MILITARY ROAD TRAFFIC

Teodor BANCILA^{1*}, Claudia TOMOZEI^{*}, Valentin NEDEFF¹, Emilia DUNCA², Emilian MOSNEGUTU¹, Mirela PANAINTE LEHADUS¹, Oana IRIMIA¹

¹ Department of Environmental Engineering, Mechanical Engineering and Agritourism, Faculty of Engineering, “Vasile Alecsandri” University of Bacau, 600115, Bacău, Romania

² Department of Environmental Engineering and Geologie, Minig Faculty, University of Petroșani, 332006, Petroșani, Romania,

*Corresponding author e-mail: constantinbancila0@gmail.com; claudia.tomozei@ub.ro;

Abstract: *The paper comparatively analyzes the olfactory impact generated by civil road traffic and military activities, using dispersion modeling and experimental data analysis. The results highlight a higher persistence of emissions originating from the combustion of JP-8 fuel, whose chemical profile rich in aromatic hydrocarbons induces prolonged sensory discomfort compared to standard diesel. The use of IoT sensors and Gaussian-type mathematical models enables the identification of pollutant stagnation zones within urban street canyons. The study emphasizes the need to integrate olfactory indicators into environmental management strategies to reduce public health risks in the vicinity of transport infrastructure and military bases. Addressing this issue requires a solid scientific foundation based on the physical modelling of atmospheric dispersion processes and rigorous principles of experimental data acquisition. Without a precise understanding of how*

pollutants move, accumulate, or are transported by wind, control strategies remain ineffective. The major challenge lies in the dynamic nature of emission sources (traffic flow) and their complex interaction with urban morphology, where buildings act as barriers or accelerators of airflow. Physical modelling transforms raw data collected from sensors into predictive impact maps, which are essential for sustainable urban planning and for justifying investments in public health and green infrastructure.

Keywords: *Air pollution; Odour impact; Vehicle emissions; Dispersion; Environmental assessment;*

Introduction

The paper analyzes the olfactory impact of emissions generated by road traffic, both civil and military, as an essential component of air pollution assessment and environmental quality. The rapid growth of the urban population and the associated mobility have turned road transport into a major air pollution factor, with severe consequences for human health, animals, plants, and infrastructure [1-2].

Air quality management in large urban agglomerations represents a critical component of environmental protection strategies in 2026 and a major priority for local administrations and public health systems. The urban environment, due to its high population density and complex infrastructure, generates a significant volume of pollutants, particularly nitrogen oxides (NO_x), volatile organic compounds (VOCs), and fine particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), with road transport remaining the primary source. This pollution is not only an environmental issue but also a direct cause of olfactory discomfort and respiratory problems, aspects of critical importance for hospital management [2-4].

Addressing this issue requires a solid scientific foundation based on the physical modeling of atmospheric dispersion processes and rigorous principles of experimental data acquisition. Without a precise understanding of how pollutants move, accumulate, or are transported by wind, control strategies remain ineffective [3, 4].

The major challenge lies in the dynamic nature of emission sources (traffic flow) and their complex interaction with urban morphology, where buildings act as barriers or accelerators of airflow. Physical modeling transforms raw data collected from sensors into predictive impact maps, which are essential for sustainable urban planning and for justifying investments in public health and green infrastructure [4, 6].

In addition to monitoring strategies, controlling the olfactory impact involves the use of green barriers and photocatalytic filtration systems installed on street infrastructure, whose efficiency is pre-validated through mathematical modeling. The integration of data acquisition principles with physical modeling transforms monitoring from a passive activity into a dynamic management system capable of proposing control solutions based on clear experimental evidence. This integrated approach ensures the reduction of citizens' exposure to harmful pollutants and the direct improvement of air quality in densely populated residential areas [5-8].

The olfactory impact of emissions generated by road traffic, both civil and military, represents a topic of interest in scientific literature in the fields of environmental protection and environmental engineering. Studies highlight that emissions resulting from fuel combustion contain a wide range of chemical compounds, particularly volatile organic compounds, nitrogen oxides, and sulfur compounds, which contribute to the occurrence of unpleasant odors. These substances, together with fine suspended particles, can transport and amplify the olfactory sensation, especially under atmospheric conditions that favor pollutant accumulation.

In the case of civil road traffic, the olfactory impact is characterized by a continuous presence, especially in densely populated urban areas, where traffic intensity leads to constant exposure of the population to odors associated with exhaust gases. In contrast, military traffic, although less frequent, can generate more intense episodes of olfactory pollution due to the use of high-power engines and specific types of fuel. Military activities, such as convoy movements or training exercises, can lead to high pollutant concentrations over short periods, thereby intensifying odor perception [1-8].

The specialized literature emphasizes that olfactory impact is not determined exclusively by the concentration of chemical substances, but

also by subjective factors such as individual sensitivity and the perception of health risks. Thus, even relatively low concentrations may be perceived as disturbing, affecting comfort and quality of life. Additionally, meteorological conditions, such as wind speed and thermal inversions, play an important role in the dispersion or accumulation of odors [1-9].

To assess this type of impact, studies employ methods such as dynamic olfactometry, pollutant dispersion modeling, and sociological surveys regarding population perception. The results of these studies indicate the need to include the olfactory component in air quality assessments, alongside traditional pollution indicators. Emissions generated by road traffic, regardless of their nature, significantly contribute to olfactory discomfort, requiring technical and management measures to reduce this impact [1, 3, 6].

Literature Review

At the global level, numerous applications of low-cost sensing (LCS) systems for pollution control have been developed. The use of low-cost sensors enables real-time and time-averaged measurements of pollutant concentrations, the creation of live air quality maps, personal exposure assessments, and the facilitation of citizen science initiatives, with online data accessibility. For example, a recent study conducted in Ji'nan, China, equipped 100 taxis with PM_{2.5} and PM₁₀ sensors, allowing them to serve as mobile air quality monitoring platforms. These taxis collectively cover 23,000 km daily, monitoring 95% of the city's roads and generating 1.2 million PM data points per day. This system is expected to help city authorities assess the impact of traffic, dust, and near-road emissions on air quality, leading to more effective pollution control strategies. The Luftdaten project (<http://luftdaten.info>) also operates an active network of over 2,000 PM monitors [5– 10].

Citi-Sense is another such initiative, maintaining a network of over 330 sensor platforms for air quality monitoring, providing hourly updates across eight cities for more than one month CAIRSENSE and Village Green are also notable examples of similar projects.

In recent years, computational fluid dynamics (CFD) has been widely used to address and optimize challenges associated with urban thermal environments. CFD enables the acquisition of full-field flow data, offering a cost-effective solution that avoids the scale similarity constraints associated with wind tunnel (WT) experiments. Compared to field measurements, CFD provides controlled and repeatable conditions without meteorological variability [3– 8].

Among various CFD turbulence modeling approaches, the Reynolds-Averaged Navier–Stokes (RANS) method and Large Eddy Simulation (LES) are the most commonly applied in non-isothermal studies. RANS models solve the time-averaged Navier–Stokes equations by decomposing instantaneous flow variables into mean and fluctuating components. To account for unresolved turbulent fluctuations, the resulting Reynolds stresses are typically approximated using turbulence closure models, such as the k – ϵ model or the k – ω model. Due to their computational efficiency, RANS methods are widely adopted in architectural and urban design applications [1– 8].

On the other hand, LES directly resolves large-scale turbulent eddies by filtering the Navier–Stokes equations, while modeling smaller-scale turbulence using subgrid-scale (SGS) models (Piomelli, 1999). Commonly used SGS models include the Smagorinsky model and dynamic SGS models. Previous studies have shown that LES generally provides higher accuracy and a better representation of transient flow phenomena compared to RANS under isothermal conditions. However, this advantage comes at the cost of significantly higher computational requirements [1, 2, 4– 8].

Road Traffic Emissions – Elements of Olfactory Discomfort

Current research demonstrates that road transport contributes over 40% to NO_x emissions in urban environments, interacting complexly with the morphology of "street canyons." In addition to classic pollutants, a critical role is played by evaporative VOC emissions from tanks and fuel systems, which contribute massively to the urban olfactory profile even when vehicles are stationary. In addition, the "stop-and-go" regime at

intersections amplifies the emissions of fine particles from brake wear, adding a distinct metallic note to the exhaust gas mixture [1].

Olfactory discomfort represents a sensory indicator of toxic risk, where benzene and toluene have very low perception thresholds, below immediate danger limits. Beyond the sensory aspect, prolonged exposure to traffic odors induces oxidative stress and inflammation of the respiratory system, making it a public health priority in 2026. Moreover, it has been demonstrated that "black carbon" particles can transport odor molecules over much greater distances through adsorption on the particle's surface [9].

The method for evaluating odors is dynamic olfactometry, according to the EN 13725 standard, which remains the reference method for quantifying odor units (OUE/m³), transforming subjective perception into engineering data. Additionally, Gaussian dispersion models are used to simulate the transport of pollutants over long distances based on atmospheric stability. The integration of gas sensors into IoT networks now allows for the real-time validation of these mathematical models, providing much greater accuracy in predicting olfactory pollution episodes [10].

In recent scientific literature, the analysis of the olfactory impact of emissions from road traffic goes beyond the classical approach focused exclusively on chemical composition and quantification methods, increasingly concentrating on the integration of this type of pollution into the overall assessment of urban environmental quality and human exposure [9-10; 12-15].

One aspect highlighted by research is the correlation between olfactory discomfort and urban planning, particularly how the structure of urban space influences the accumulation and perception of odors. Studies show that areas with high traffic density, combined with reduced natural ventilation, not only favor higher concentrations of pollutants but also increased odor persistence, leading to repeated exposure for the population. In this context, olfactory discomfort is considered a relevant indicator for evaluating the urban microclimate and optimizing road infrastructure [9-10; 12-15].

Another element analyzed in specialized works is the interaction between olfactory perception and human behavior. Odors from traffic are

not perceived in isolation, but in correlation with factors such as noise, congestion, or the general perception of pollution. Thus, olfactory discomfort contributes to a cumulative negative environmental experience, being associated with the reduction of urban area attractiveness and changes in population behavior, such as avoiding certain routes or public spaces [9-10; 12-15].

Recent research also emphasizes the socio-economic dimension of olfactory impact. It has been observed that disadvantaged urban areas are more exposed to pollution, including olfactory discomfort, which amplifies environmental inequalities. In this sense, odors generated by traffic become not only a technical issue but also one of social equity, being included in analyzes of environmental justice [9-10; 12-15].

In parallel, the literature highlights the need for the development of integrated odor management tools, which should include both continuous monitoring and source emission reduction strategies. Among the proposed directions are traffic flow optimization, electrification of transport, the use of low-wear materials, and the implementation of green or technological barriers for pollutant dispersion [9-10; 12-15].

Finally, studies emphasize the importance of including olfactory discomfort in public policies and environmental regulations, alongside traditional air quality indicators. Although difficult to fully standardize due to its subjective nature, this indicator is increasingly used in environmental impact assessments, being considered essential for a holistic approach to public health and well-being [9-10; 12-15].

Current research treats the olfactory discomfort generated by road traffic as a complex, multidimensional phenomenon, involving interactions between technical, urban, social, and psychological factors, requiring integrated solutions to reduce the impact on the environment and quality of life [9-10; 12-15].



Fig. 1. Modalities for monitoring traffic-generated emissions [6]

Emissions from Military Traffic

Emissions generated by military traffic represent a less addressed area compared to civil traffic, but scientific literature highlights a series of important characteristics that differentiate them in terms of environmental impact and olfactory discomfort. These emissions mainly come from heavy vehicles, special equipment, and military convoys, characterized by high fuel consumption and operation in variable, often intense, regimes [15-21].

Studies show that military traffic produces more concentrated and episodic emissions, especially during exercises, group movements, or logistical activities. Unlike civilian traffic, where emissions are relatively constant, military traffic generates pollution spikes that can lead to the perception of more intense odors over short periods of time. This is exacerbated by the types of fuels used, which can have different compositions compared to commercial ones, influencing the olfactory profile of the emissions [15-21].

Another aspect highlighted in research is related to operating conditions. Military vehicles often operate in demanding conditions, including on unpaved terrains or in extreme environments, which can lead to higher emissions of particles and organic compounds. Moreover, the lack of strict restrictions like those applied in civilian traffic, in certain

operational contexts, can contribute to an increased environmental impact [15-21].

From a perceptual standpoint, the odors generated by military traffic are often described as stronger and more persistent, which can cause discomfort in communities near bases or training areas. The literature emphasizes that this type of discomfort is influenced both by the intensity of the emissions and their intermittent nature, which can exacerbate the negative perception [15-21].

Recent research also highlights the need to integrate these emissions into environmental impact assessments, especially in areas where military activities are frequent. The importance of developing cleaner technologies, optimizing fuel consumption, and implementing monitoring and control measures tailored to the specific operational military context is emphasized [15-21].

Military traffic emissions constitute a distinct source of pollution, characterized by high intensity and variability, with significant implications for air quality and olfactory discomfort, requiring a specific approach within environmental studies and impact reduction strategies [15-21].

The study of harmful emissions resulting from the activities of the U.S. Department of Defense (DoD) represents a complex case study for physical modeling and data acquisition principles, considering the extreme diversity of industrial-military pollution sources. The management of olfactory impact in this sector involves the use of physical dispersion models over long distances, which consider the emission altitude of aircraft and the specific weather conditions in external operational theaters. Modeling is indispensable for evaluating the chemical footprint of an entity that uses massive volumes of JP-8 type fuels, recognized for their composition rich in aromatic hydrocarbons [15-21].

From the perspective of emission control and reduction, it is necessary to improve the combustion processes in turbojet engines by optimizing fuel mixtures and implementing additives that reduce fine particle emissions and penetrating chemical odors. Experimental data collected in test ranges are used to validate mathematical models of atmospheric transport of persistent toxic substances, such as dioxins. Currently, in 2026, the

American military (figure 2) is heavily investing in continuous monitoring technologies that use IoT sensors to adjust logistical activities based on the local atmospheric dispersion capacity [15-21].

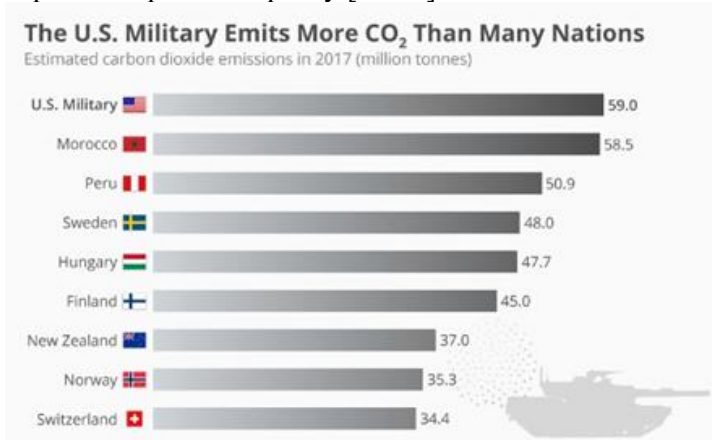


Fig. 2. Equivalent emissions generated by U.S. military aircraft [15]

Integrated military emissions management aims at transitioning to renewable energy sources and neutralizing waste through mobile incinerators with controlled emissions, whose performance is monitored through high-resolution data acquisition systems. This rigor in processing experimental data ensures not only compliance with international environmental treaties but also minimizes the olfactory and toxic impact on civilian communities near permanent military bases, ensuring long-term operational sustainability [15-21].

Measurement Methods

By analyzing and comparing civil vehicles with the military fleet, it is highlighted that the combustion of JP-8 fuel generates a chemical fingerprint much richer in polycyclic aromatic hydrocarbons than standard diesel. Another analyzed source is represented by emissions generated by military aircraft during takeoff and landing phases, where the massive volume of fuel burned produces “penetrating odors” over distances of

several kilometers. The analysis also includes the impact of high-power mobile generators used in operational theaters, which often lack modern catalytic filtration systems [8-10; 12-21].

The analysis is based on data collected through electrochemical sensors and photoionization detectors (PID), capable of detecting VOC variations at parts-per-billion (ppb) levels. Additionally, remote sensing data are used to monitor the movement of polluted air masses over high-traffic-density areas. An innovative method applied is the use of the “electronic nose” (e-nose) to identify the specific signature of JP-8 emissions within the urban pollution mixture [8-10; 12-21].

Mathematical dispersion modeling using AERMOD is employed to visualize how “urban canyons” trap and concentrate odors emitted by heavy vehicles. The odor indicator method is also applied, correlating chemical data with the frequency of discomfort reports recorded in previous case studies. Finally, a comparative statistical analysis is conducted to determine the additional impact of military fuels compared to civilian ones on the overall air quality index [8-10; 12-21].

Data monitored in urban agglomerations indicate that during peak hours, NO₂ concentrations frequently exceed the 40 µg/m³ threshold recommended by European directives. These episodes of acute pollution are directly correlated with an intensification of negative olfactory perception, especially in areas with high flows of commercial diesel vehicles. The analysis shows that, although gases are colorless, the “traffic smell” becomes a reliable indicator of exceeding legal chemical pollution limits [8-10; 12-21].

Modeling studies (e.g., the case of road surfaces in Craiova) demonstrate that urban morphology plays a more important role than traffic volume in retaining odors. Data indicate a “stagnation” of pollutants at heights of 0.5–1.5 meters (the pedestrian breathing zone) for over 65% of the monitored time, due to low wind speeds at ground level. This uneven distribution explains why olfactory discomfort is perceived much more intensely on narrow sidewalks bordered by tall buildings [8-10; 12-21].

Data collected near major infrastructures suggest that industrial and transport-related odors do not dissipate uniformly. In the case of complex emissions, olfactory impact can be detected at distances of up to 5 km from

the source under stable nocturnal atmospheric conditions. NASA studies confirm that the presence of aerosols and high humidity “envelops” odor molecules, maintaining their concentration above the perception threshold for longer periods [8-10; 12-21].

Comparative analysis reveals a fundamental difference: while civil traffic generates constant but diluted emissions, military activities (e.g., DoD operations) produce intermittent emissions of extremely high olfactory intensity. JP-8 fuel, due to its high content of aromatic additives, generates olfactory discomfort that persists up to 30% longer in the environment compared to standard diesel. Results indicate that a single takeoff or large-scale maneuver can be equivalent, in terms of local olfactory footprint, to an entire day of civil traffic in a medium-sized city [8-10; 12-21].

a. Measurement Methods

Methods for measuring traffic emissions represent a fundamental element in air quality assessment, enabling the determination of pollutant concentrations, source identification, and validation of dispersion models used in environmental studies [12-21]:

Dynamic olfactometry (EN 13725) – determination of odor concentration (ouE/m³). It is the standard method for measuring odor concentration. A polluted air sample is diluted with clean air and presented to a group of human assessors (panelists) using an olfactometer. The main characteristic of this method lies in the fact that it is the only one measuring real human perception, being essential for establishing discomfort thresholds, as the human nose is often more sensitive than chemical detectors to complex mixtures.

Air sampling + GC-MS analysis (gas chromatography–mass spectrometry) – The collected air is passed through a chromatographic column to separate individual chemical compounds, which are then identified and quantified by the mass spectrometer. It provides extremely high precision in identifying specific compounds, such as aromatic hydrocarbons from JP-8, allowing correlation between chemical fingerprint and odor intensity.

Electrochemical sensors and PID (Photoionization Detector) – for VOCs. PID sensors use ultraviolet light to ionize gas molecules (especially

VOCs), generating an electric current proportional to their concentration. These are portable devices that provide real-time results, making them ideal for spot measurements in urban canyons or near military bases.

E-nose (electronic nose) – for identifying olfactory fingerprints. This electronic device uses an array of electrochemical sensors that react to the presence of different gases, generating a digital pattern (“fingerprint”). Artificial intelligence algorithms compare this pattern with a database. The device enables continuous and automated monitoring without human presence and can rapidly distinguish between civil traffic emissions and military fuel emissions.

Remote sensing (DOAS, FTIR) – remote gas measurement:

- *DOAS (Differential Optical Absorption Spectroscopy)* uses a beam of visible or UV light projected over several hundred meters. Gases between the source and receiver absorb light at specific wavelengths, allowing concentration calculation.
- *FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy)* analyzes the infrared spectrum to simultaneously identify dozens of chemical compounds (CO, CO₂, NO_x, VOCs) in an air mass.

These methods allow non-contact monitoring, making them ideal for measuring emissions at aircraft exhaust outlets on runways or above busy intersections without disrupting traffic. They can monitor large areas (long optical path), providing an average pollution level for an entire street rather than a single point.

b. Software and Programs for Traffic Emissions

Programs and software dedicated to traffic emission assessment are essential tools in air pollution analysis and modeling, enabling quantitative estimation of generated pollutants, simulation of their dispersion, and supporting decision-making in environmental protection and urban planning [12-21]:

COPERT – European model for estimating road transport emissions based on traffic statistics, vehicle types, and average speeds to calculate total emissions (NO_x, PM, VOCs). It is the EU reporting standard, allowing accurate annual emission estimates at city level.

MOVES (Motor Vehicle Emission Simulator) – a complex model used in the United States for traffic emissions. It estimates emissions at

micro-scale (e.g., during acceleration or braking) and is particularly useful for simulating the impact of heavy military vehicles operating under variable conditions.

AERMOD – a dispersion model for atmospheric pollutants based on boundary-layer Gaussian physics. It calculates pollutant propagation depending on terrain and meteorological conditions and allows visualization of odor stagnation areas depending on atmospheric stability (e.g., thermal inversions).

CALPUFF – an advanced long-range “puff” dispersion model that simulates pollutant transport as individual air parcels over long distances (over 50 km). It is ideal for military traffic and aircraft, as it accounts for wind direction changes over long trajectories.

ADMS-Urban – a model for urban traffic and air pollution. It is specialized in modeling complex urban environments, considering the “street canyon” effect created by buildings. The software operates at high resolution, identifying at street level the areas where pedestrians are most exposed.

c. Software and Methods for Odor Assessment

Software tools and methods used for odor evaluation represent essential instruments in analyzing the olfactory impact of pollutants, enabling the quantification of sensory perception, the modeling of odorant compound dispersion, and their integration into environmental and public health studies.

Odor Impact Model (OIM) – a dedicated olfactory impact model. This specialized software does not only measure gas concentrations (as classical pollution models do), but also calculates the frequency, intensity, and duration of odor episodes. It uses dose–response curves to estimate the level of community discomfort (annoyance). Unlike conventional models, OIM translates chemical data into human comfort indicators. It is particularly useful for justifying the implementation of green barriers, as it can simulate how much the “hours of discomfort” for residents will be reduced in a given area.

d. Modern Systems

Modern systems for monitoring emissions and olfactory impact integrate advanced sensor technologies, IoT networks, and data analytics

platforms, enabling real-time assessment of pollution and supporting decision-making in environmental management and urban planning [12-21]:

IoT sensor networks for gases (VOCs, NH₃, H₂S) – involve the deployment of low-cost sensor nodes that transmit data via cloud platforms. Their main advantage is dense spatial coverage, providing a real-time overview of an entire city.

Mobile air monitoring stations – complex laboratories mounted on vans or trailers, equipped with high-precision automatic analyzers (similar to those used in fixed air quality monitoring stations). They can be rapidly deployed to critical locations, offering full operational flexibility. They are particularly useful in military exercise areas or intersections where odor complaints have been reported, allowing the tracking of pollution plumes with station-level accuracy.

Drone-based sensing systems for traffic measurements – drones enable pollutant measurements at different altitudes and are essential for capturing emissions from military aircraft during takeoff phases without endangering personnel.

GIS platforms for mapping pollution and odors – integrate data from IoT sensors, mobile stations, and dispersion models (AERMOD/CALPUFF) into a digital cartographic framework. The result is a layered map showing pollution intensity over buildings and population distribution. These systems provide an intuitive visualization of risk zones and allow environmental managers to correlate areas of intense military traffic with vulnerable population groups (children, elderly), making odor “invisibility” spatially explicit.

Discussion

The results of the analysis confirm the hypotheses presented in previous studies, which emphasize that simple monitoring of pollutant mass concentrations is insufficient to describe real urban quality of life. The correlation between elevated NO₂ levels and negative olfactory perception demonstrates that the human sensory system can act as an

effective “bioreceptor” for early detection of pollution episodes. This correlation supports the need to integrate odor units into national air quality monitoring standards.

A critical observation emerging from the discussion is the synergistic effect between civil and military emissions in peri-urban areas. When JP-8 emissions interact with existing urban smog, complex organic compounds with significantly higher toxic and olfactory potential may form. This “overlap” of chemical fingerprints creates high-risk zones where respiratory health is threatened not only by individual pollutants but by their reactive mixture, requiring integrated management strategies.

Olfactory discomfort should not be viewed solely as an aesthetic issue, but as a stress factor capable of triggering adverse physiological responses (nausea, headaches, sleep disturbances). In 2026, environmental protection strategies increasingly emphasize citizen well-being. Data suggest that reducing penetrating odors through green barriers and photocatalytic pavements can significantly lower cortisol levels (stress hormone) among populations exposed to heavy traffic.

From an engineering perspective, the extensive use of fossil fuels by the Department of Defense (DoD) requires a rethinking of logistics in proximity to civilian areas. Discussions highlight that optimizing combustion processes and implementing smoke-reducing additives are insufficient without route planning based on local atmospheric dispersion capacity. Investments in continuous monitoring technologies (IoT) allow the military to maintain operational capability while minimizing olfactory impact on host communities.

The analysis further indicates that although green barriers are effective in adsorbing fine particles, the neutralization of complex chemical odors requires active solutions, such as filtration systems installed on road infrastructure. The integration of dispersion data into urban planning enables the “guiding” of airflows to prevent pollutant accumulation in densely populated areas, transforming air quality management from a passive activity into a predictive and dynamic system.

Conclusions

It has been demonstrated that, although civilian traffic is significantly denser, the olfactory impact of military emissions (based on JP-8 fuel) is considerably more persistent and penetrating due to the high concentration of polycyclic aromatic hydrocarbons. This difference highlights the need for specific air quality assessment standards in the vicinity of military bases, which should go beyond conventional monitoring approaches.

Atmospheric dispersion modelling (such as AERMOD) has proven to be an essential tool for identifying zones of “olfactory stagnation” within urban street canyons. The results suggest that simple pollutant concentration measurements are not sufficient; understanding near-ground airflow dynamics is critical for predicting where olfactory discomfort will be most strongly perceived by the population.

The implementation of IoT-based data acquisition systems enables a transition from passive monitoring to dynamic environmental management. The ability to correlate military logistics emissions with atmospheric dispersion capacity in real time (2026 level) provides a viable solution for minimizing the impact on civilian communities without compromising operational efficiency [8].

Green barriers and photocatalytic filtration systems must be strategically placed in accumulation zones identified through impact mapping. The study highlights that investments in green infrastructure are not merely an aesthetic improvement, but a public health measure aimed at reducing oxidative stress and sensory discomfort among citizens.

Although the analysis based on secondary data and mathematical modelling provides robust results, there is a clear need for experimental campaigns using in-situ dynamic olfactometry. Direct validation of olfactory signatures for new military biofuel blends represents a necessary next step for refining dispersion models and optimizing environmental protection strategies.

References

- [1] G. Mitran, S. Ilie, I. Tabacu, and V. Nicolae, “Modeling the Impact of Road Traffic on Air Pollution in Urban Environment Case Study: A New Overpass in the City of Craiova,” *Environmental Engineering and Management Journal*, vol. 11, no. 2, pp. 407-412, 2012.
- [2] * * *, <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/eea-eionet-strategy-2021-2030> [data ultimei accesari 03.01.2026].
- [3] P. F. Han, H. Mei, D. Liu, N. Zeng, X. Tang, Y. H. Wang, and Y. P. Pan, “Calibrations of Low-Cost Air Pollution Monitoring Sensors for CO, NO₂, O₃, and SO₂,” *Sensors*, vol. 21, no. 1, Article Number: 256, 2021. DOI: 10.3390/s21010256.
- [4] W. H. Liang and X. Zheng, “CFD simulation of mixed convection and pollutant dispersion in street canyons: A comparative assessment of LES, RANS, and SAS,” *Sustainable Cities and Society*, vol. 138, no. 1, Article Number: 107126, 2026. DOI: 10.1016/j.scs.2026.107126.
- [5] W. Tantiwat, C. Gan, and W. Yang, “The Estimation of the Willingness to Pay for Air-Quality Improvement in Thailand,” *Sustainability*, vol. 13, no 21, Article Number: 12313. DOI: 10.3390/su132112313.
- [6] L. Morawska, P. K Thai, X. T. Liu, A. Asumadu-Sakyi, G. Ayoko, A. Bartonov, A. Bedini, F. Chai, B. Christensen, M. Dunbabin, J. Gao, G. S W Hagler, R. Jayaratne, P. Kumar, A. K H Lau, P. K K Louie, M. Mazaheri, Z. Ning, N. Motta, B. Mullins, Md M. Rahman, Z. Ristovski, M. Shafiei, D. Tjondronegoro, D. Westerdahl, and R. Williams, “Applications of low-cost sensing technologies for air quality monitoring and exposure assessment: How far have they gone?”, *Environment international*, vol.116, pp. 286-299, 2018. DOI: 10.1016/j.envint.2018.04.018.
- [7] S. Shukla, S. N. Singh, S. S. Sinha, R. Vijayakumar, “Comparative assessment of URANS, SAS and DES turbulence modeling in the predictions of massively separated ship airwake characteristics,” *Ocean Engineering*, vol. 229, 2021, Article Number: 108954. DOI: 10.1016/j.oceaneng.2021.108954
- [8] Y. Tominaga and B. Blocken, “Wind tunnel analysis of flow and dispersion in cross-ventilated isolated buildings: Impact of opening

- positions,” *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, vol. 155, pp. 74-88 2016. DOI:10.1016/j.jweia.2016.05.007
- [9] * * *, <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/eea-eionet-strategy-2021-2030-update-2026> [data ultimei accesari 03.04.2026].
- [10] S. Shahid, D. J. Brown, P. Wright, A. M. Khasawneh, B. Taylor. and O. Kaiwartya, “Innovations in Air Quality Monitoring: Sensors, IoT and Future Research,” *Sensors*, vol. 25, no. 7, 2025, Article Number: 2070. DOI: 10.3390/s25072070.
- [11] * * *. https://www.youtube.com/watch?v=Fyq4_ZLrgg0&t=1s [data ultimei accesari 03.01.2026]
- [12] N. C. Crawford, *The Pentagon, Climate Change, and War: Charting the Rise and Fall of U.S. Military Emissions*, MIT Press, 2022
- [13] * * *, <https://www.sustainability.gov/pdfs/dod-2024-cap.pdf> [data ultimei accesari 03.04.2026].
- [14] N. Papamanolis, “The main characteristics of the urban climate and the air quality in Greek cities,” *Urban Climate*, vol.12, pp. 49-64, 2015.
- [15] * * *, <https://home.watson.brown.edu/news/2019-07-01/pentagon-fuel-use-climate-change-and-costs-war> [data ultimei accesari 03.01.2026]
- [16] * * *, <https://www.sustainability.gov/pdfs/dod-2024-cap.pdf> [data ultimei accesari 03.01.2026].
- [17] * * *, <https://www.epa.gov/fedfac/military-munitionsunexploded-ordnance> [data ultimei accesari 03.01.2026].
- [18] N. McCarthy, *Greenhouse Gases, The U.S. Military Emits More CO₂ Than Many Nations*, Jun 14, 2019.
<https://www.statista.com/chart/18359/estimated-military-carbon-dioxide-emissions/>
- [19] * * *, <https://science.nasa.gov/earth/earth-observatory/a-winter-haze-over-china-149291/>[data ultimei accesari 03.01.2026].
- [20] X. Lu, S. J. Zhang, J. Xing, Y. J. Wang, W. H Chen, D. Ding, Y. Wu, S. X. Wang, L. Duan, and J. M. Hao, “Progress of Air Pollution Control in China and Its Challenges and Opportunities in the

- Ecological Civilization Era,” *Engineering*, vol. 6, no. 12, pp. 1423-1431, 2020. DOI: 10.1016/j.eng.2020.03.014.
- [21] R. Liu, Y. X. Wang, Y. Zhang, Z. X. Peng, H. K. Chen, X. Li, H. Li, W. Y. Li, “Analysis of the city-scale wind environment and detection of ventilation corridors in high-density metropolitan areas based on CFD method,” *Urban Climate*, vol. 59, Article Number: 102274, 2025. DOI: 10.1016/j.uclim.2024.102274.

IMPLICAȚIILE AEROSOLILOR SALINI ÎN MEDICINĂ

Adrian-Valentin COTÎRLET^{1,2,3}, Ion SANDU^{1,4,5,6},
Mihaela Orlanda ANTONOVICI (MUNTEANU)^{4,7},
Viorica VASILACHE^{4,6}, Gabriela STOLERIU⁸,
Simona STOLERIU⁹, Ioan Gabriel SANDU^{6,10},

¹Academia Oamenilor de Știință din România, Str. Ilfov nr. 3, Sector 5,
050044 București, România

²Universitatea „Vasile Alecsandri” din Bacău, Calea Mărășești, Nr. 157,
600115 Bacău, România

³Spitalului Clinic Municipal de Urgență Moinești, Str. Zorilor, Nr. 1,
605400 Moinești, Jud. Bacău, Romania

⁴Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, Blvd. Carol I, Nr. 22,
700506 Iași România

⁵Muzeului Colecțiilor Profesionale din Moinești, Str. Tudor Vladimirescu,
Nr. 384, 605400 Moinești, jud. Bacău, România

⁶Forumul Inventatorilor Romani, Str. Pinului, Nr. 10, 700109 Iași, România

⁷Liceul de Informatică „Grigore Moisil” din Iași, Str. Petre Andrei 9,
700496 Iași, România

⁸Universitatea Dunărea de Jos din Galați, Facultatea de Medicină și Farmacie, Centrul
de Cercetare în Domeniu Medico-Farmaceutic, Str. Domnească, Nr. 47, 800008,
Galați, România

⁹Universitatea de Medicină și Farmacie, “Grigore T. Popa” din Iași,
Facultatea de Medicină Dentară, Str. Universității 16, 700115 Iași, România

¹⁰Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași, Blvd. Dumitru Mangeron,
Nr. 64, 700050 Iași, România

Abstract: În lucrare se prezintă multiplele implicații ale halocamerelor naturale (mine de sare) și artificiale (de suprafață), în corelație cu natura aerosolilor salini, nivelul de concentrație, parametrii microclimatici, regimul de lucru, caracteristicile biometrice și afecțiunile pacienților. În ultimii 20 de ani s-a demonstrat experimental că aerosolii salini, de tip

NaCl, pe lângă capacitatea de a preveni și trata afecțiunile bronho-respiratorii și cardiace, prin coasistarea a altor aerosoli salini (pe bază de cationi de potasiu, calciu, și magneziu și respectiv a anionilor iodură), au pentru anumite niveluri de concentrații, efecte favorabile asupra sistemelor imunitar, osos și muscular, dar și în stoparea formării biofilmelor pe sisteme de protezare la punerea în operă. În mod similar, s-a dovedit influența pozitivă asupra dezvoltării copiilor, precum și rolul determinant în creșterea performanței atletice și a altor subiecți umani care desfășoară activități intense sau a celor care lucrează în regimuri dure.

Cuvinte cheie: Solioni; Aerosoli salini anhidri și hidratați; Halochamere naturale și artificiale; Parametrii microclimatici; Caracteristici biometrice; Domenii de aplicare

Introducere

Cercetările în domeniul obținerii, caracterizării și comportării aerosolilor salini au fost preluat în studiu în cadrul multor colective din țara noastră și alte țări europene, care au condus sub influența rezultatelor obținute, la identificarea unor markeri de evoluție a rocilor de sare și a slatinei din vechile fântâni (puțuri) din zona Subcarpatica a Moldovei, la Est de Carpații Orientali, Romania [1-11].

Dintre practicile terapeutice cunoscute încă din antichitate, care nu se mai regăsesc în practicile actuale menționăm: înțepături veninoase, precum cele de scorpion; granulația limbii prin pudrare cu sare fină; sudarea oaselor fracturate și în caz de contuzii; sarea, în amestec cu făină și cu miere de albine, se aplica în caz de luxații și tumori etc; în apa sărată se fierbea făina de orz, în cazul tumorilor sau în cazul parotidelor tumefiate; pusă sub limbă, sarea permitea convalescențelor să suporte căldura băilor; amestecată cu oțet, sarea era bună pentru vindecarea mușcăturilor de crocodil. De asemenea, se cunosc o serie de practici haloterapeutice din perioade mai recente, ca de exemplu: săculețe cu sare încălzită puse pe frunte, în caz de sinuzită, sau pe piept, în caz de bronșită; inspirarea de apă sărată pe nas, în caz de sinuzită; frecarea dinților cu sare gemă pentru a-i albi etc. [9-15]

Utilizarea sării geme și a slatinei în diferite terapii, sub forma pudrelor sau a soluțiilor, de către vechii vraci, care cunoșteau efectele binefăcătoare ale sării în tratarea anumitor afecțiuni, fără a putea oferi explicații științifice, au condus, în timp, la producerea industrială a unor preparate pe bază de sare: pomezi, paste de dinți, săpunuri, batoane sau brichete de tip hemostop etc. [15-18]

Sarea produce în organism o serie de acțiuni în funcție de nivelul concentrației realizat în sistemul biotic, de compoziția ei minerală, de capacitatea de retenție și de eliminare, de capacitatea de coagulare a unor sisteme gelifiante și, bineînțeles, de capacitatea antibacteriană sau antimicrobiană și chiar antimicotică. Așa se explică, pe lângă acțiunea terapeutică, și lărga utilizare în domeniul conservării alimentelor [19-25].

Dintre acțiunile terapeutice puse pe seama efectului salin al NaCl, amintim: acțiunea asupra sistemului nervos prin efectul electrolitic asupra mielinei și nucleului nervului, diminuând efectul de durere (afecțiuni dentare, nevralgii etc.); acțiunea asupra mucoaselor, a zonelor ascunse (glande salivare, urechea medie și internă, cavitatea sinuzală, zonele gingivale, cavitatea bucală etc.) afectate de sisteme microbiotice, a leziunilor fizice (traumatisme, înțepături, mușcături, tăieturi etc.) și a unor acțiuni chimice, radiative și termice, prin efectul electrolitic de solubilizare, drenare a unor toxine și antigeni care sunt conduse prin sistemul limfatic și eliminate prin urină, dar și prin efectul antibiotic, care elimină acțiunea contaminanților microbiologici, radiativi și chimici, rezultați din procese de putrefacție, ardere/arsuri, furunculi, dermatoze, afecțiuni gingivale etc.; acțiunea antimicrobiană în cazul amigdalitelor, sinuzitelor și otitelor, precum și a infecțiilor introduse prin mușcătură, înțepare etc., prin efectul astringent și stoparea metabolismului acestora, precum și prin mărirea eficienței sistemului leucocitar; sarea are rolul antagonic proceselor reumatismale asupra VSH-ului, realizând o moderare a proceselor din ciclul sanguin; prin efectul de coagulare asupra unor componente din plasma sanguină și asupra unor antigene, precum și prin stimularea anticorpilor specifici, mărindu-le eficiența în lupta cu proteinele produse de bacterii și viruși sau ale celor degradate, devenite toxine; acțiunea hemostatică se explică tot prin efectul de coagulare [19-21].

Etnoștiința consemnează faptul că majoritatea remediilor aplicate pentru tratamente, în cazul cataplasmelor, al săculeților cu sare și chiar al straturilor subțiri de sare, solicită, înainte de utilizare, încălzirea acestora până la o temperatură suportabilă pentru organismul uman (aproximativ 50-60°C), fără a conștientiza explicația științifică a efectului termic. Este adevărat că șocul termic produce unele ameliorări, dar numai pe perioada aplicării. Deci, efectul curativ se datora, în cea mai mare parte, aeroionilor emanați de sarea încălzită, care pătrundeau, prin inspirație, până la nivelul pulmonului, realizând o serie de acțiuni asupra mucoaselor și, prin osmoză, la nivelul pielii, activând sistemele de apărare, cum ar fi cel leucocitar, de stimulare a formării de anticorpi și de ameliorare a unor procese biochimice cu potențial patologic, aeroionii nanostructurali de NaCl jucând, la nivelul anumitor organe activate, rolul multiplu al antigenului, producând majoritatea efectelor enumerate mai sus [21-26].

O altă aplicație care necesită explicații privind rolul terapeutic este cea a dispersiilor fine de sare pe bază de oțet, vin și ulei. Se știe că și gradul de solubilizare a unor cristalosolvați formați *in situ* într-un sistem dispers este în funcție de pH (mai ales cel acid), de prezența ionilor străini, de temperatură și alți factori care conduc la formarea unor agregate nanostructurale solvate de aeroioni negativi, care acționează prin mecanisme biochimice specifice antigenelor anorganice, stimulând efectele de ameliorare a unor patologii. Atât uleiul, cât și vinul și oțetul creează un pH slab acid, care favorizează nanostructurarea specifică cristalitelor cu încărcare superficială negativă, capabile de procese osmotice prin sistemele membranare ale diferitelor organe interne. Mai mult, se cunosc o serie de aplicații, în cazul durerilor de șale, stomac, ficat, pancreas, în care, în dispersiile pe bază de oțet și vin, se adăugă, alături de clorura de sodiu, și o cantitate mică de pilitură de aramă sau bronz, dispersii care se beau după decantare și ale căror efecte încă nu sunt suficient explicate [25, 26].

În acest caz, pilitura de cupru se dizolvă anodic ($\text{Cu}^0 \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2e^-$) în prezența electrolitului NaCl, sub formă de solion ($\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$), care interacționează cu taninuri din vin în mediu acid, dând specii moleculare greu solubile, slab hidrolizabile. Rolul piliturii de cupru, în prezența NaCl ca electrolit puternic, pe lângă completarea deficitului de microelement

necesar anumitor procese enzimatică, este unul deosebit în contracararea (eliminarea) toxicității vinurilor montane, roșii sau negre, astrigente și cu mult tanin [22-25].

Contraidicațiile excesului de sare

În secolul nostru, sarea, socotită cândva la același preț cu aurul, a început să fie considerată o „otravă albă” (medicul rus Paul Berg numea sarea „otrava albă” sau „iadul inimii”, într-un interviu în cadrul unui documentar medical prezentat la televiziunea publică rusă), și acest lucru nu fără participarea medicinei moderne. S-a dovedit că orice substanță utilizată în cantități mari este dăunătoare sănătății, dar dozele mici, folosite în limite raționale, pot fi utile organismului.

Sarea contribuie atât la reținerea apei în țesuturi, cât și a substanțelor toxice care ar trebui eliminate. Utilizată în cantități mari, intră în fluxul sanguin, fiind reținută în țesuturi și determinând astfel hipercloremia, dar, în cantități mici, ridică ușor tensiunea arterială și stimulează capsulele suprarenale, dând o stare de spirit optimistă [27]. Administrarea în scopuri terapeutice a sării are și contraindicații. Sarea nu trebuie administrată persoanelor care:

- consumă în mod regulat sare sau alimente cu sare;
- suferă de anumite afecțiuni cu recomandare de regim hiposodat sau desodat (hipertensiune arterială, ateroscleroză, boli renale, tromboză gravă, edeme, ascite, flebite cronice, obezitate, tuberculoză, epilepsie, tumori maligne, transpirații excesive anormale - mai ales ale mâinilor sau ale picioarelor, flegmoane, cangrenă, furuncule, seboree, reumatism, boli pulmonare inflamatorii, gastrite cronice, colite, migrene, nevralgii, ulcerul gastro-duodenal);
- nu depun efort fizic și nu sunt supuse stresului termic.

Mărirea cantității de clorură de sodiu este justificată în caz de insuficiență corticosuprarenală (boala lui Addison), astenie intensă cu deshidratare, carență de proteine (hipoproteinizm cu exces de glucide), hipovitaminoze (carențe în vitamine) severe, diaree și vărsături intense, arsuri ale pielii, transpirații intense pricinuite de efort, de caniculă sau de locurile de muncă supraîncălzite (prin fiecare litru de transpirație

organismul pierde 1,0 g de clorură de sodiu), urgențe și operații medicale (tratamentul este intravenos și intră în competența exclusivă a medicilor curanți). În toate aceste cazuri, administrarea de sare trebuie făcută treptat, urmărindu-se reacția organismului la tratamentul administrat. Nu se recomandă depășirea a 10 g de sare pe zi. În cazurile acute (transpirații intense, diaree, vărsături), se recomandă consumul de apă ușor sărată (1-2 lingurițe de sare la un litru de apă). Apa la care se adaugă puțină sare (în cantitate mică) combate meteorismul și stimulează pofta de mâncare [26, 27].

Un consum crescut de iod sintetic crește incidența unor afecțiuni tiroidiene autoimune, favorizează suprad dezvoltarea și chiar apariția unor procese inflamatorii la nivelul glandei tiroide. Sarea devine dăunătoare (atunci când este folosită în exces) oamenilor slabi, celor obosiți, colericilor și sangvinicilor, de asemenea pentru rinichi și vezică, în cazurile de hipertensiune. Deși este la îndemână în fiecare casă, sarea nu este folosită și în scop terapeutic datorită atitudinii negative față de ea („sarea, zahărul și grăsimile dăunează grav sănătății”), dar referirile sunt doar la sarea în exces. Întrebuințată cu moderație, sarea gemă are efecte tămăduitoare atât pe plan intern, cât și pe plan extern, deoarece în componența organismului uman se găsesc sare, apă și minerale și fiecare dintre procesele fiziologice decurge cu ajutorul acestor elemente.

În lucrare se prezintă implicațiile moderne ale aerosolilor salini în medicină, în curele interne sau externe, când poate preveni sau chiar vindeca diferite afecțiuni aflate la debut, când nu sunt încă prea grave încât să nu mai poată fi tratate decât cu medicamente, este sănătoasă și vitală, redă organismului starea de echilibru și ajută în eliminarea toxinelor.

Aspecte actuale ale terapiei cu sare gemă, slatină și aerosoli

Terapia naturistă folosește o serie de agenți naturali, ca aerul, apa, mișcarea, alimentația, frigul, căldura, plantele, lumina, ca și alți factori de proveniență naturală, urmărind echilibrarea organismului, precum și lupta împotriva bolilor sau chiar a morții [27, 28]. Dintre acestea cura de sare, sub diverse forme (sare gemă, slatină și aerosoli) are un rol recunoscut atât în practicile vechi, cât și în cele actuale.

Un loc aparte îl ocupă *curele de aerosoli* din *halocamere naturale* (minele de sare) sau *artificiale* (camere de suprafață, generatoare de solioni cu nivele cuprinse între 0.6 și 6.0 mg/m³) și cele *heliomarine*, care ajută în ameliorarea sau chiar vindecarea diverselor boli respiratorii, boli ale sângelui, boli reumatice, boli ortopedice, boli inflamatorii ginecologice și boli de piele etc. Dintre acestea, cel mai ieftin este climatul marin, care favorizează schimburile gazoase din țesuturi, micșorează numărul respirațiilor, îmbunătățește combinarea hemoglobinei cu oxigenul (datorită presiunii barometrice crescute). În plus, ca elemente caracteristice se pot menționa presiunea atmosferică uniformă, variațiile mici de temperatură, umiditatea aproape constantă, radiația ultravioletă bogată, vânturile frecvente (briză marină), conținutul mare în clorură de sodiu și iod. Acest climat mărește apetitul și tonifică organismul, excită sistemul hematopoietic, mărește diureza și stimulează sistemul nervos.

Cantitatea de sodiu (și nu numai) necesară pentru organism poate fi asimilată prin consumul de sare, un co-aliment sau condiment deosebit de valoros. Ea stimulează procesele de vindecare, de întinerire, de eliminare a toxinelor și a reziduurilor. O cură cu soluție de apă cu sare reechilibrează organismul și umple rezervoarele golite (soluția se prepară din apă plată și sare grunjoasă și se bea zilnic câte o linguriță de soluție amestecată într-un pahar cu apă). Soluția de apă cu sare (1%), identică cu oceanul original în care a apărut viața, corespunde cu lichidul din țesuturi, sânge, lacrimi, lichidul amniotic în care se dezvoltă embrionul [29].

Sarea reprezintă principalul electrolit, care, scos din sânge, reduce de 11.000 de ori viteza transferului informațional către creier și contribuie substanțial la buna funcționare a organismului [30]. Trebuie știut că față de sarea gemă, sarea fină este sărăcită de o serie de minerale esențiale pentru sănătatea sistemului cardiovascular, și anume magneziul și potasiu, apoi în iod – foarte important pentru sistemul imunitar și altele [31]. Sarea rafinată nu numai că nu are nici o calitate terapeutică și nu dă cu adevărat gust alimentelor gătite, dar provoacă, în plus, hipertensiune.

Terapia cu sare este folosită în ameliorarea unor afecțiuni, precum astmul sever, rinita cronică și alergică, polipoza, disfuncții tiroidiene, faringita, otita, amigdalita, sinuzita, răceala, tusea, afecțiunile căilor respiratorii, alergiile (această terapie este indicată și pentru copii),

diferite probleme ale pielii, eczeme, dermatite, psoriazis, infecții virale, insomnia, anxietatea și în refacerea sistemului imunitar. Însă, cum de la uz la abuz nu este decât un pas, astăzi clorura de sodiu alimentară a devenit mai degrabă o otravă decât un leac. Dar, administrată intern cu cumpătare și folosită judicios în curele externe, sarea poate dezvălui, și în timpurile noastre, importante calități terapeutice. În timpuri străvechi, sarea era numită „aur alb”, datorită proprietăților sale curative și a beneficiilor pe care le are asupra sănătății oamenilor [32].

Ionul de sodiu reprezintă un important stabilizator al membranei celulare de la nivelul epiteliului de tip respirator, având un rol important în dezinfectarea căilor respiratorii, fluidizarea mucoaselor, eliminarea toxinelor etc. Insomnia, stresul, celulita și impotența pot fi și ele tratate cu ajutorul haloterapiei, aceasta întărind sistemul imunitar și prevenind diferite boli [33]. Foarte important este faptul că femeile gravide, care nu au voie să ia medicamente, pot apela cu succes la această terapie. Astfel, se eliberează o serie de reacții mecanice și se dezlănțuie diverse procese biologice, biofizice și biochimice care duc la normalizarea funcționării organelor. Se grăbește în acest fel vindecarea unor boli cardiovasculare, ginecologice, abdominale, nevralgice, dermatologice, psihice etc. [29].

Indicații terapeutice în administrarea internă și externă

În terapia naturistă, sarea este considerată ca produs natural cu puteri tămăduitoare, un medicament extraordinar, unul dintre cele mai vechi remedii din lume, apreciat în medicina populară ca leac de căpătâi (sarea naturală, grunjoasă, numită și sare gemă, și nu sarea „fină”, de masă). Sunt menționate peste o sută de utilizări terapeutice, cât și utilizări magice ale sării, care era considerată un adevărat panaceu împotriva spiritelor rele și a impregnărilor malefice ale obiectelor, locurilor sau ființelor. În credințele vechi, se spunea că acela care începe masa cu sare și o termină tot cu sare este protejat de 72 de boli, printre care se afla nebunia și lepra, sarea fiind o îmbinare de microelemente necesare organismului nostru [13-15].

Se poate spune că sarea este ca o „tabletă de calgon” a organismului, sparge legăturile moleculare, prin ionizarea elementelor. După aceasta, organismul le poate folosi în metabolism și le poate alege. Sarea rupe

depunerile, plăcile, scleroza, piatra la rinichi sau la fiere, depunerile reumatice, guta etc., accelerează metabolismul, având efect pozitiv în cazul bolilor cauzate de tulburări ale metabolismului (diabet, obezitate etc.), pornește mișcările peristaltice ale stomacului, are efect stabilizator în conținutul de acizi al organismului, ajutând la eliberarea acestuia de infecțiile micotice cauzate de aciditate (micoză vaginală, infecții fungice ale unghiilor), are efect detoxifiant (detoxificarea se face ritmic, toxinele eliminate cauzând o stare de rău la început), având totodată capacitatea să curețe metalele grele din organism [13-15].

Acest mineral poate fi de ajutor și în cazul unei digestii dificile, al constipației sau al slăbiciunii corporale subponderale, în tratamentul enterocolitei acute, al hipotensiunii arteriale, al aritmiei cardiace, al osteoporozei, al crampelor musculare, în cazul ingerării unor substanțe toxice, în vederea scăderii nivelului colesterolului în sânge, dar și pentru mărirea rezistenței la stres și eliminarea surmenajului fizic etc. [13-15].

În terapia naturistă, sarea este întrebuințată și în *tratamente externe*, singură sau în combinație cu alte produse, încălzită sau rece (pentru a trata *nasul înfundat, ulcerațiile pielii, calculii și colicii renali, durerile de gât, eczemele uscate și căderea masivă a părului, cojile din cap, eczema, părțile uscate ale corpului și mâncărimea pielii, în tratamentul antiacneic*). Sarea naturală, netratată prin niciun fel de procedeu chimic sau termic, are și o *influență bioenergetică* asupra corpului uman, fiind un excelent agent de purificare a aerei umane. Ca și apa, sarea absoarbe radiațiile bioenergetice nocive, curățând, din punct de vedere energetic, zonele în care este aplicată. Numeroase indicații curative are și *apa sărată* (slatina naturală sau saramura industrială), care poate fi folosită pentru băi generale sau locale, în gargare sau clisme [13-15].

a) *Curele în lacurile sărate* (Sovata, Băile Govora, Slănic-Prahova, Lacul Amara, Ocna-Sibiu, Ocna-Șugatag, Ocna-Dej, Băile Turda, Cojocna etc.) sunt indicate în afecțiuni ale articulațiilor și ale tendoanelor (reumatism, spondiloză, artroză, afecțiuni posttraumatice), precum și în boli ginecologice [13-15].

b) *Băile locale cu apă sărată* dau rezultate în cazul afecțiunilor articulare. În cazul unor băi calde sărate de picioare, mai ales dacă la acestea s-au folosit și plante medicinale, organismul se fortifică, în special

în sezonul rece, prevenind sau ameliorând *gripa și guturaiul*. Băile cu apă sărată sunt indicate în *dermatozele infecțioase, reumatism, infecții urinare, cistite, anexită, metro-anexită, răceală și gripă* [29, 30].

Sărurile de baie pot fi utilizate pentru calmarea durerilor, în tulburările circulației periferice, eliminarea stresului și ordonarea gândurilor, iar timpul petrecut în cadă trebuie să fie de cel puțin 20 de minute, pentru a permite esențelor să-și facă efectul.

Dintre efectele terapeutice ale *băilor cu sare* (apa sărată, concentrată, 200 g sare/litru de apă) mai amintim: regenerarea totală a corpului istovit, întreținerea articulației și a mușchilor, estomparea durerilor de reumatism, încheieturi, mușchi, regenerarea mușchilor, înlesnirea problemelor osoase, tratarea durerilor de șira spinării și de mijloc, curățirea și întreținerea igienei pielii (tratarea herpesului, regenerarea și hidratarea pielii și a tenului, tratarea negilor și a eczemelor, simptom de alergie pe piele, a tenului cu coșuri, a înțepăturilor cauzate de albine sau de țânțari). De asemenea, se utilizează în tratarea pielii cu aspect de coajă de portocală, vergeturilor, dermatozelor, ciupercilor de piele și de unghii, dilatării venelor capilare, hemoroizilor, mătreații, căderii părului, în tratarea părului gras și/sau uscat, respectiv a părului degradat. Băile cu sare constituie un remediu și pentru astm, semne de alergie a căilor respiratorii, probleme ginecologice de origine bacteriană sau fungică, alergie la polen, palpitație, aritmie, fiind de ajutor și în reglarea tensiunii [29].

c) Apa sărată utilizată în *gargare* curăță și dezinfectează cavitatea bucală, faringele și amigdalele, iar, trasă pe nas, vindecă sinuzita. Alături de repausul la pat, aportul crescut de lichide, aspirină sau paracetamol, se recomandă și gargara cu apă caldă și sare în cazurile necomplicate de răceală și viroze respiratorii, când nu este necesar decât tratamentul simptomatic [13-15].

d) *Clismele cu apă sărată*, repetate periodic, prezintă proprietăți antiparazitare, fiind eficiente în *oxiuroză*.

Terapia in halocamere

Aerul din saline sau halocamere artificiale de suprafață, cu proprietățile lui aseptice și bactericide, îmbunătățește activitatea căilor respiratorii, începând cu segmentul cavității nazale și terminând cu ultima

alveolă pulmonară. Terapia cu aerosoli salini acționează asupra unui segment larg de afecțiuni, fiind considerată o metodă complementară și/sau alternativă de protecție a căilor respiratorii, metodă veche de vindecare pentru trup și suflet, contribuind cu succes la diminuarea tratamentului medicamentos de lungă durată. *Haloterapia* presupunea în trecut vizitarea unei saline, dar în prezent există „camere de sare” în care pacienții pot inhala aerosolii salini/solionii petrecând câteva ore relaxante și benefice pentru organism.

Necesitatea practicării acestor tratamente cu aer sărat vine și ca urmare a poluării tot mai accentuate a mediului. Prin particularitățile sale anatomice și funcționale, aparatul respirator constituie partea corpului cea mai expusă și mai afectată de poluanți din aer [34]. Creșterea numărului de persoane care suferă de astm sau bronșita, este asociată cu gradul mare de poluare din atmosferă [35, 36]. De asemenea o serie de studii recente [35-44] au avut în atenție efectul aerosolilor asupra unor afecțiuni cardio-respiratorii.

În prezent, salinele artificiale (halocamerele) au devenit o alternativă comodă și considerabil mai ieftină față de cele naturale. Cunoscute fiind beneficiile incontestabile ale aerosolilor salini, s-a căutat organizarea unor spații asemănătoare atât fizic, cât și din punct de vedere al concentrației de sare cu salinele naturale.

În vederea stabilirii unui climat adecvat terapiei, este necesară o bună cunoaștere a modului de obținere a aerosolilor salini/solionilor, a metodelor și tehnicilor utilizate în determinarea caracteristicilor chimice și fizico-structurale ale solionilor, cât și a proprietăților particulare ale acestor spații. O bună cunoaștere a parametrilor mediului subteran permite evidențierea unor aprecieri asupra influențelor pe care un astfel de mediu le poate avea asupra organismului uman [45-47].

Aerosolii naturali și artificiali

Aerosolii salini din atmosferă se formează prin evaporare, dizolvare superficială, acțiune mecanică și chimică sau prin diverse emisii ori emanații [7-10, 17-18].

Diametrele lor variază între 10 și 10.000 nm, iar aceștia pot rămâne în atmosferă intervale de timp cuprinse între câteva ore și câteva săptămâni. Durata de stabilitate sau capacitatea de dispersie este condiționată de umiditate, temperatură, mișcarea aerului, variațiile de presiune, efectele razelor solare, turbiditate, prezența particulelor încărcate electric sau a celor reactive etc. și sunt influențate de cinetica ciocnirilor repetate cu moleculele de aer și de apă din atmosferă. Particulele, care, prin coagulare (combinare) electrostatică sau sterică între ele sau cu alte nano- sau microparticule, capătă diametre cuprinse între 1000 și 10.000 nm, devin instabile și se depun, sub efectul sedimentării gravitaționale [7-10, 17-19].

Acest domeniu larg al dimensiunilor particulelor de aerosoli poate fi grupat, în funcție de mărime și compoziție, în următoarele clase:

- Ioni simpli, anhidrii sau solvatați (*mici*, sub 0,5 nm; *medii*, între 0,5 și 10 nm; *mari*, peste 10 nm);
- Aerosoli Aitken sau nanometrici (agregate ionice cuprinse între 0,5 și 50 nm, aici intrând, doar ca dimensiune, ultimele grupe de ioni simpli medii și mari);
- Aerosoli submicronici (sub 1,0 μm, adică sub 1000 nm), care cuprind aerosolii mici (între 50 și 100 nm), medii (între 100 și 500 nm) și mari sau grosieri (între 500 și 1000 nm);
- Aerosoli micronici (între 1000 și 10.000 nm);
- Aerosoli supermicronici (peste 10.000 nm), foarte instabili, cu timpi de viață foarte mici, în anumite sisteme induse de stabilizare sterică sau electrostatică. Aerosolii proveniți din apele mărilor și oceanelor, prin densitatea și ciclicitatea lor, influențează modificările climatice, neutralizează majoritatea acizilor și substanțelor nocive emaneate în atmosferă în urma unor activități poluante sau a unor erupții vulcanice și determină gradul de nebulozitate atmosferică (cu cât poluarea și emanațiile de gaze sunt mai mari, cu atât este mai scăzută densitatea aerosolilor salini, deoarece aceștia se combină și se diminuează cantitativ, determinând direct scăderea accentuată a calității atmosferice și, implicit, a aerului inspirat) [7-10, 17-19, 41].

Formarea aerosolilor maritimi se realizează în mod direct, din spuma valurilor ce se sparg în larg sau pe coastă și când vântul sau furtunile suflă deasupra oceanului/mării, antrenând particulele de aerosoli salini, în

general, zona cea mai bogată în aerosoli marini constituind-o fâșia de plajă de 50-100 m. Producerea particulelor de aerosoli salini în urma spargerii bulelor de gaz din spuma de la suprafața apei se realizează în patru etape [48, 49]: în prima etapă se formează straturi subțiri plutitoare de spume (bule fine de aer) la suprafața oceanului sau mării, în a doua etapă are loc spargerea acestora în mai multe fragmente, în a treia etapă se formează jetul semi-stabil din picături de apă sărată, iar în a patra etapă, prin evaporarea apei, din aceste picături rămân particule fine și se formează noi serii de bule de gaz concentrate în săruri. Viteza de formare a bulelor este influențată de creșterea vitezei vântului, iar compoziția particulelor produse în acest fel este în cea mai mare parte formată din clorură de sodiu, reflectând compoziția apei de mare, dar apa de mare mai conține și o serie de alte substanțe, cum ar fi: sulfatați, carbonați etc. de K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} etc. Compoziția chimică a particulelor de aerosol marin este diferită de compoziția apei mărilor și oceanelor, deoarece, după formare, aceste particule pot să-și modifice compoziția, ca urmare a reacțiilor cu gazele din atmosferă și a coagulării cu alte particule de aerosol din atmosferă [50]. Date și măsurători determinate în Irlanda au demonstrat că, iarna, concentrația particulelor Aitken este mai mică decât vara, iar în timpul zilei sunt detectate mai multe particule decât noaptea. Concentrația aerosolului salin crește după răsăritul soarelui, ceea ce ne indică faptul că particulele cu raze mai mici de 100 nm sunt produse prin reacții fotochimice [51].

Sisteme de generare a aerosolilor salini

Aerosolii de NaCl proveniți din diverse surse naturale (aerosolii marini și cei salini din ocne) sau artificiale (halocamere, dispozitive sau inhalatoare saline) au multiple implicații practice, cum ar fi: în profilaxia și terapia unor afecțiuni respiratorii, în îmbunătățirea parametrilor aparatului cardio-respirator și psiho-neuromotorii, în purificarea și îmbunătățirea calității aerului atmosferic (efectul de „aer curat”), iar de curând, în creșterea performanței sportivilor și a subiecților umani care sunt supuși unor activități fizice intense.

Pentru medii terapeutice sunt utilizate microdispersiile submicronice gazease, atât sub formă de „hidro-aerosoli”, cât și de „aerosoli salini semiuscați”.

În funcție de *tipul sursei*, de *activitatea particulelor*, respectiv de *timpul lor de viață* și de *condițiile de mediu*, aerosolii din atmosferă prezintă o *distribuție dimensională* și o *concentrație* oarecum regulată, ca urmare a diferenței dintre *viteza de producere* și cea de *pierdere*, puse pe seama unor procese de condensare, coagulare, peptizare, electroneutralizare, sedimentare (destabilizare) etc. [7-10, 48, 49].

De asemenea, în funcție de caracteristicile sursei și de condițiile de mediu în care se obțin, aerosolii prezintă forme, granulometrii și concentrații variabile, literatura de specialitate operând cu patru termeni: aerosoli salini, haloaerosoli, aeroanioni și solioni, care diferă prin morfologie, structură internă (raport între nanostructurile poliedrice de NaCl și oligomeri ai dipolilor de apă), încărcare electrică etc. [7-10].

O sursă, îndeosebi una artificială, este caracterizată prin cele trei zone diferite ca activitate: *stratul activ* sau de *nucleație*, *stratul difuz* sau de reformare structurală și stabilizare ca nivel de concentrație și ca sistem aero-dispers și *stratul rezidual*, *pasiv* sau de *stingere*, prin electroneutralizare sau sedimentare sterică și electrostatică. Cele trei zone se diferențiază prin *activitatea* aerosolilor salini, respectiv prin concentrația și dimensiunea particulelor [7-10].

Aerosolii salini proveniți din surse naturale sau artificiale, folosiți în special pentru diverse tratamente, dar și în scopuri profilactice sau pentru mărirea performanțelor subiecților umani, trebuie să aibă o anumită *activitate*, adică un anumit nivel al concentrației și respectiv un anumit domeniu al granulometriei, bine controlat.

Legat de utilizarea aerosolilor există o istorie interesantă, dovedind prezența (existența) unei etnoștiințe, care a generat de-a lungul timpului diversele aplicații ale sării geme, slatinei și aerosolilor salini. Mai mult, aceasta a condus la o nouă ramură, cea a haloterapiei, mult utilizată astăzi și cu mari perspective de dezvoltare.

Capitolul de față prezintă o serie de aspecte legate de structura aerosolilor, de modul de obținere și implicațiile practice cunoscute din

antichitate până în prezent, date foarte importante pentru dezvoltarea unor cercetări legate de haloterapie, care vor face obiectul unor note ulterioare.

Mărimea și forma particulelor de aerosoli de NaCl

Se știe că, din punct de vedere chimic, clorura de sodiu este un electrolit salin puternic, cu o mare hidrofilie și cu solubilitate limitată în apă (35,7 g/100 g H₂O la 0°C și respectiv 39,12 g/100 g H₂O la 100°C) sau în alți solvenți polari, care, atât în medii lichide, cât și în cele gazoase, poate exista ca nanodispersii cristaline interacționate cu dipolii mediului de dispersie, ce le conferă o structură chimică variabilă, sub formă glomerulară, cu încărcare superficială negativă [7-10].

Întrucât particulele au încărcare negativă, *timpul lor de viață* variază de la câteva minute la câteva zile și este în funcție de o serie de *factori exogeni* - externi sau de mediu: umiditatea, temperatura, presiunea, lumina, prezența altor dispersii cu încărcare pozitivă și a celor organice, dar și de unii *factori endogeni*, cum ar fi: forma, mărimea și natura granulelor (pulberilor), metoda de obținere sau tipul sursei, viteza de producere (capacitatea sau debitul sursei), rata coagulării și sedimentării etc. [7-10, 48, 49].

Deci, o caracteristică specifică a acestor nanodispersii o reprezintă modificarea structurală continuă, datorită interacțiunilor electrostatice și stereospecifice cu dipolii și aerocationii prezenți în mediul de dispersie.

Dinamica acestor procese este determinată de intensitatea factorilor exogeni. În medii lichide apoase mărimea particulelor variază de la diametrul mediu al „ionului acvatat” (Na⁺_(aq) și respectiv Cl⁻_(aq)) până la cel de câțiva zeci de microni al unei nanostructuri ionice de tip cluster, numit „solion”. În schimb, mediile gazoase conțin pe lângă „solioni” (glomerule sub forma nanostructurilor concentrice hidratate) și nanopoliedre de NaCl slab acvate superficial (cu un strat de dipoli de apă). Cele două grupe de nanoparticule au diametre și forme structurale diferite, mărimea particulelor începe de la zecimi de micron până la zeci de microni [7-10]. Granulometria, structura și dinamica celor două grupe de particule (solioni și nanopoliedre slab hidratate) în medii gazoase sunt determinate de intensitatea factorilor de microclimat, agenților microbiologici, chimici și

radiativi. Astfel, activitatea solionilor este în funcție de umiditatea mediului, de gradul de hidratare cu dihidroli, trihidroli până la pentahidroli de apă, de mecanismele proceselor de suprastructurare a acestora (acvatemplarea coordinativă a cationilor de Na^+ , suprastructurarea pentahidrolilor de apă și a nanopoliedrelor de NaCl etc.), luând, la nivel nanostructural, forme multiple cu structuri spațiale asemănătoare fulgilor de nea sau de glomerule muabile. Multipla ordonare structurală [7-10] este pusă pe seama compatibilității dintre rețelele cristaline cubice ale clorurii de sodiu și cea a pentahidrolului de apă, $(\text{H}_2\text{O})_5$.

În funcție de activitatea, respectiv timpul lor de viață, particulele de haloaerosoli prezintă o distribuție dimensională oarecum regulată, în funcție de viteza de producere și de pierderea prin diferite procese. Din acest punct de vedere ele sunt împărțite în cinci grupe sau nivele dimensionale:

- *ioni simpli*, cu diametrul sub 0,5 nm;
- *particule Aitken*, cu diametrul între 0,5 și 50 nm;
- *particule medii*, cu diametrul cuprins între 50 și 250 nm;
- *particule mari*, cu diametrul cuprins între 250 și 1000 nm;
- *particule gigant*, cu diametrul mai mare de 1000 nm (până la câteva zeci de micrometri).

În grupul particulelor Aitken se regăsesc ambele nanostructuri: solioni și nanopoliedre, sub forma unui sistem dimodal, cu deplasarea echilibrului spre una dintre forme în funcție de mărimea parametrilor cinetici și termodinamici ai proceselor de suprastructurare, în corelație cu factorii de microclimat și de poluare (microbiologică, chimică, radiativă și/sau sonică).

Halogeneratorul este situat într-o sală de interconectare și aduce un flux de aer curat, saturat cu particule de aerosoli salini, în camerele terapeutice. Halocomplexul controlează și menține concentrația, între 1-16 mg/m^3 și dispersia aerosolilor salini uscați în aer, pe patru nivele prestabilite (I-IV) din grupele particulelor mari și gigant, conform datelor din tabelul 1.

Tabelul 1. Frațiuni de aerosoli salini uscați din halocameră, din grupa particulelor mari și gigant [19, 20]

DIMENSIUNEA PARTICULELOR (μm)	FRAȚIUNI (%)
1 – 2	35,4 \pm 2,1
2 – 5	61,8 \pm 3,3
5 -10	2,8 \pm 0,4
>10	0.003

Compoziția recomandată pentru rocile de sare existente în halocamerile artificiale este cea din tabelul 2.

Tabelul 2. Compoziția recomandată pentru rocile de sare din halocameră [19, 20]

COMPONENTE	MASA (%)
NaCl	> 97.70
Ca ²⁺	<0.50
Mg ²⁺	<0.10
SO ₄ ⁻	<1.20
K ⁺	<0.10
Fe ₂ O ₃	<0,01
Na ₂ SO ₄	0.50
Reziduu insolubil în apă	<0.45
Umiditate sare gemă	<0.25
pH-ul soluției de NaCl	6.5-8

Microclimatul din halocameră trebuie să aibă o umiditate constantă (umiditatea relativă a aerului între 40-60%) și o temperatură situată între 18-24°C, acești parametri creează condiții favorabile, pentru pacienți și reprezintă, un mediu stabil pentru aerosoli [19, 20].

Un mediu stabil în ceea ce privește bacteriile și alergenii trebuie menținut în incinta haloterapeutică, numeroase studii au arătat că, în timpul unei sesiuni de haloterapie contaminarea microbiană este de 130-200 microorganisme saprofite la 1m³ de aer, (standardele OMS privind sterilitatea aerului sunt de > 300 microorganisme/1m³aer), astfel că, după fiecare ședință, trebuie să existe o pauză de 10-20 minute, pentru purificarea aerului existent în încăpere [52-57].

Fundamentarea solionului – nanoparticulă bioactivă

Între anii 2009 și 2024 printr-un protocol experimental complex în cadrul colectoovului nostru [11] s-a formulat *fundamentarea teoretică și*

experimentală a « solionului » o nanostructură de cluster glomerular hidratat, reformat structural continuu din ionii solvatați $[\text{Na}^+_{(\text{aq})}$ sau $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}]$, nanopoliedere de NaCl și pentahidrol de apă $[(\text{H}_2\text{O})_5]$ sub forma unor structuri de semisfe simetrice stratificate, cu încărcare superficială negativă și comportare de aeroion negativ, având formula chimică $[\text{x}(\text{NaCl})_{2\text{n}}\cdot\text{y}(\text{H}_2\text{O})_5]_{(\text{aq})^{\text{q-}}}$, în care x și y dă raportul de combinare dintre nanopoliedre și pentahidroli, “n” variază între 2 și cca. 4100 (4×1024), iar $\text{q} \leq 1$. Procesul de reformare a solionului are loc la nivelul particulelor din domeniul prim modular, denumit *nivelul Aitken* (sub nivelul de $0,05 \mu\text{m}$).

Solionul, prin delicvescență, permite o bună compatibilitate bioactivă cu țesuturile, dinamizând o serie de procese membranare in vivo. Solionul este diferit de aerosolul uscat sau semiumed. Formarea lui se datorează proceselor de echilibru dictate de efectul salin ca electrolit puternic și respectiv de efectul de suprastructurare indus de pentahidrol, sub influența diversilor factori exogeni. Ca particulă acestea pot fi detectate cu ajutorul *Contorului de Particule Aitken* ($<0,05 \mu\text{m}$), iar stabilitatea lor fiind dominată doar de forțele electrostatice și cele sterice. Particulele cu dimensiuni superioare domeniului Aitken sunt heterostructurale, cu distribuții neuniforme ale sarcinilor de suprafață și care se destabilizează prin adsorbție, electroneutralizare sau recristalizare. La aceste particule domină factorii sterio-dinamici de destabilizare. Solionul se formează la nivelul particulelor Aitken sub forma unui dispersoid trimodal, foarte dinamic în mediu atmosferic, suprastructurat prin acva-templarea coordinativă cu pentahidroli a cationilor din vârful nanopoliedrilor cu împachetare joasă dar poate fi evidențiat și în soluții apoase sau alcoolice diluate, la nivelul de saturare (Fig. 1).

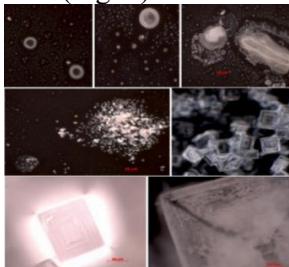


Fig. 1. Evoluția solionului de la fază dispersă la fază cristalină (OM 100X-500X)

Mecanismele proceselor acțiunii solionilor asupra organismelor umane

Acțiunea terapeutică a aerosolilor salini (microparticule de sare aflate în atmosferă) asupra organismului (Fig. 2), se realizează în două moduri: a) prin inhalare și b) absorbție prin piele [17-19].

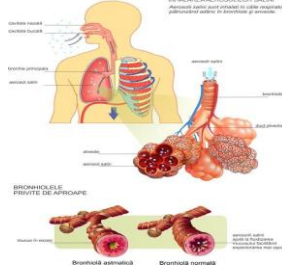


Fig. 2. Acțiunea terapeutică a aerosolilor salini asupra căilor respiratorii [19]

a. Prin inhalare

Aflați în atmosfera respirabilă, aerosolii salini uscați sunt inhalați în mod natural pe ambele căi: nazală și bucală. Aerosolii salini de dimensiuni cuprinse între 5-10 μm , se depun pe căile respiratorii superioare: cavitatea bucală, nazală, faringiană; iar cei de dimensiuni mici cu mărimi între 0-5 μm ajung în organele inferioare ale aparatului respirator: laringe, bronhii, bronhiole, alveole pulmonare. La pătrunderea aerosolilor salini în căile respiratorii, ionii de sare sunt transportați de cilii de pe suprafața epiteliului și absorbiți în membranele mucoase și submucoase. O parte din microparticulele saline pătrund în citoplasma celulelor ciliate în urma procesului de endocitoză, iar în sistemul sanguin – prin absorbție și clearance-ul traheobronșic. Inspirarea de aerosoli salini, prin absorbția lor, acționează direct asupra mucusului. Zonele căilor respiratorii aeriene sunt menținute umede datorită producerii de mucus de către celulele mucoase din stratul epitelial al acestor căi și parțial de glande din submucoasă. Pelicula de mucus captează particule mici din aerul inspirat și le împiedică să mai ajungă în alveole, fiind reînnoită permanent datorită mișcărilor dinamice ciliare de la nivelul epiteliului respirator (Fig. 3).

compliancei pulmonare și prezenței surfactantului. În cursul unei respirații, numai o mică parte din aerul inspirat ce intră în plămân, ajunge până la bronhiiolele terminale. Aerul alveolar se ventilează prin difuziune fiind rezultatul mișcării dinamice a moleculelor de gaz. Același fenomen este implicat și în drumul parcurs de ionii de sodiu și clor până la nivelul alveolelor. Nu în ultimul rând, ionul de Na^+ este cunoscut drept inductor al ionizării particulelor din jurul său, așadar particulele pneumoalergene au tendința de a se depune, putând fi eliminate de clearance-ul mucociliar mult mai ușor. Surfactantul pulmonar este o fosfolipoproteină complexă secretată de celulele alveolare de tip II, celule epiteliale specializate, granulare ca și aspect, cu incluziuni lipidice, care ocupă aproximativ 10% din suprafața alveolelor pulmonare [19].

Mai mult decât atât, la fumători, unde este cunoscută încetinirea până la paralizie a mișcării ciliare, ionul de Na^+ reușește să reactiveze eliberarea și curățarea mucusului, apoi degajarea arborelui respirator prin activarea cililor [19].

Acestea duc la lichefierea și fluidizarea mucusului de pe căile respiratorii, realizând astfel extragerea materiilor străine dintre cilii și din micro-cavitațiile tractului respirator, redareabilității cililor determinând astfel ușurarea progresivă și de lungă durată a respirației, expectorația pe cale naturală și facilă, eliminarea materiilor alergene sau bacterigene prin fenomenele reflexe de tuse, scurgeri nazale, expectorații. Prin inhalare, aerosolii salini realizează acțiunea de dezinfecție, eliminare a toxinelor, refacere a elasticității membranelor celulelor, reducere a pH-ului pe ariile organelor de respirație, reducere a micro-organismelor iritante, etc, iar căile respiratorii sunt “curățate” de focarele de infecție [17-19].

b. Absorbția prin piele

Pielea este al doilea organ prin care respiră corpul uman. Prin intermediul pielii are loc un schimb permanent cu mediul, constând în oxigen, apă, minerale, căldură, etc. În timpul sesiunii de haloterapie, persoanele din salină intră în contact cu atmosfera încărcată cu aerosoli salini. Ionii de sare sunt absorbiți la nivelul pielii expuse, în proporții corespunzătoare absorbției oxigenului, umidității și prin depunere datorită umezelii și diferenței de temperatură a suprafeței pielii față de atmosferă, pătrunzând adânc în pori, glande sudoripare, glande sebacee și foliculi

piloși. Astfel, se mărește activitatea electrofiziologică a pielii la nivelul celulelor, care facilitează normalizarea microflorei dermatologice, eliminarea excesului de sebum din piele, reglarea structurii florei bacteriene. Ionii de sare stabilizează învelișul acid protector al pielii, procedeu menit să restabilească echilibrul hidric al pielii, să redea fermitate, elasticitate și netezime pielii [17-19]. Ionii de NaCl sunt absorbiți la nivelul pielii în proporții corespunzătoare, ajungând apoi, atât în sistemul limfatic, cât și la nivelul celulelor, pe două căi: *difuzie* și *osmoză*, celulele vii din organism alimentându-se prin aceste procese cu diverse minerale, proteine, lipide, glucide și apă [17-19].

Difuzia reprezintă procesul natural de echilibrare a două presiuni sau a două concentrații cu valori diferite și rezultă din mișcarea moleculelor și ionilor în jurul celulelor.

Osmoza este fenomenul de transmitere a diverselor substanțe printr-o membrană semi-permeabilă prin canale specifice. Ambele procese se realizează în baza unor legi fizico-chimice naturale [17-19].

Ionii de NaCl sunt absorbiți la nivelul pielii în proporții corespunzătoare, ajungând apoi, atât în sistemul limfatic, cât și la nivelul celulelor, pe două căi: *difuzie* și *osmoză*, celulele vii din organism alimentându-se prin aceste procese cu diverse minerale, proteine, lipide, glucide și apă [7-10, 17-19, 40 41] (Fig. 4).

Difuzia reprezintă procesul natural de echilibrare, fie a două presiuni diferite, fie a două concentrații cu valori diferite și rezultă din mișcarea aleatorie a moleculelor în și în jurul celulelor.

Osmoza este fenomenul de transmitere a diverselor substanțe printr-o membrană semi-permeabilă, în cazul nostru, fiind membrana celulelor. Ambele procese se realizează în baza unor legi fizico-chimice naturale, fără consum energetic sau efectuarea de lucru mecanic [17-19].

Osmoza și difuzia sunt procese vitale prin intermediul cărora celulele vii din organism se "hrănesc" cu diverse substanțe nutritive și apă (Fig. 4).

Transportul de sare și apă prin spațiile alveolare și epiteliul căilor respiratorii superioare este studiat pentru a putea fi descifrate modificările care sunt implicate în declanșarea unor afecțiuni grave, printre care amintim: fibroza chistică și pseudoaldosteronism [17-19, 35].

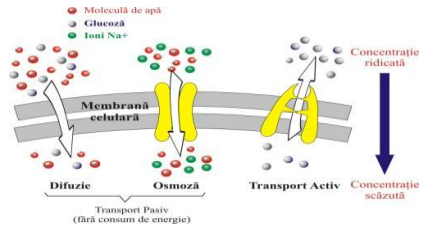


Fig. 4. Fenomenele de difuzie, osmoză și transport activ, ce se petrec la nivelul membranei celulare [17-19]

Studiile moleculare și celulare pe animale au demonstrat că, reabsorbția fluidului din spațiile aeriene distale ale plămânului este un fenomen dirijat de un transport activ al sodiului. Mai multe studii in vivo, in situ, sau pe plămân izolat au identificat mecanisme catecolamin-dependente, cât și alte mecanisme independente, care modelează transportul de fluide prin activarea pompelor de Na, K-ATPaze sau prin creșterea uptake-ului apical datorită deschiderii unor “canale pentru apă” (numite și aquaporine, de 30 kDa). Din acest motiv, intervențiile care caută să modifice osmolaritatea fluidului bronșic periciliar pot avea consecințe importante asupra homeostaziei locale și bunei funcționalități a pulmonului [58] (Fig. 5).

Într-un studiu extrem de riguros, *Anderson and colab.* în anul 1997 [59] au comparat efectul inhalării aerosolilor umezi de NaCl 4,5%, cu cel al inhalării lor sub formă de pulbere uscată, în cantități variabile de 5, 10, 20 sau 40mg/capsulă. Rezultatele au fost superpozabile și reproductibile și au concluzionat că, pulberea uscată poate substitui NaCl sub formă de aerosoli umezi (soluție) în testele de provocare sau de evaluare a hiperreactivității bronșice, penetrabilitatea ar putea fi determinată, în primul rând de magnitudinea bronhoconstricției în momentul inhalării și apoi de tonicitatea aerosolului, în sensul că, soluțiile hipotone pătrund mai adânc la nivelul căilor respiratorii.

Studii numeroase au susținut ideea că, aerosolii hipertoni de NaCl (4,5%) induc hiperreactivitate bronșică, motiv pentru care sunt folosiți în terapie la testele de provocare alături de histamină, metacholină, iar după unii autori acești aerosoli au chiar o mai mare specificitate și valoare predictivă decât alte substanțe utilizate [60, 61].

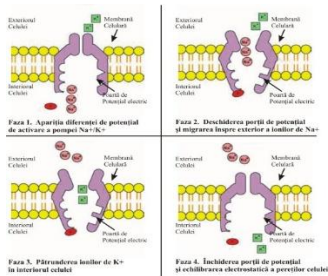


Fig. 5. Reprezentarea “pompei Na/K”, adică schimbului de ioni de Na⁺ și K⁺ la nivel celular [17-19]

Totuși se știe că, concentrațiile de aerosoli non-izotone, fie ele hiper sau hipotonice, prin modificarea osmolarității fluidului periciliar bronșic pot precipita o criză bronhospastică [62] existând dovezi că, modificarea osmolarității fluidului din căile aeriene cauzează eliberarea unor mediatori din celulele inflamatorii bronșice, însă aerosolii izotoni nu au efecte nocive.

Chernova et al., în anul 1996 [63] au arătat capacitatea speleoterapiei din minele de sare de a scădea contaminarea microbiană a căilor respiratorii superioare (în special cu stafilococi), la copii cu alergii respiratorii. Capacitatea bactericidă ar putea fi explicată prin efectele imunomodulatorii complexe, pe care le induce procedura utilizată: creșterea numărului și a activării limfocitelor T, normalizarea numărului de limfocite B, creșterea nivelului IgA [52].

A. Abdullaev, K. Gadzhiev and A. Eiubova [64], au experimentat în 1993 pe 216 copii cu astm atopic efectul haloterapiei în diminuarea sindromului obstructiv, ulterior, alți cercetători [65] au studiat pe 18 pacienți cu astm bronșic efectul de scădere a hiperreactivității bronșice consecutiv expunerii la haloterapie. În aceeași perioadă, un alt grup de cercetători [66], evidențiază că aerosolii de NaCl, dispersați în atmosferă sub formă de pulbere uscată au valoare terapeutică, la concentrațiile cuprinse între 1 – 5 mg/m³.

Expunerea subiecților umani în atmosfera haloterapeutică nu are contraindicații, în condițiile prescrise de exploatare, dar este totuși

necesară cunoașterea nivelului de dezvoltare fizică a subiectului și starea lui de sănătate:

- pentru persoanele sănătoase sau aparent sănătoase, o expunere a organismului la atmosfera salină de aproximativ 30min/zi este benefică pentru menținerea unui tonus fizic și psihic pozitiv;
- pentru obținerea de rezultate în ceea ce privește prevenția și apoi mineralizarea organismului, o cură timp de 12-18 zile, 30min/zi care poate fi repetată ciclic, la aproximativ o lună sau ori de câte ori este necesar;
- pentru tratarea unor răceli ușoare – ca un tratament complementar, între 30 și 60min/zi, timp de minim 12 zile;
- pentru astmatici, depinzând de gradul de manifestare a bolii și starea de sănătate, între 1-4 ore/zi, o cură de timp 14-21 zile, care poate fi repetată ciclic, cu o durată de repaus de aproximativ 14 zile sau ori de câte ori este nevoie;
- pentru diverse afecțiuni respiratorii, în funcție de gradul de manifestare a acestora, între 30-60min și 2-4 ore/zi, o cură de 14-21 zile;
- în curele preventive, mai ales în perioadele de schimbare a anotimpurilor, când organismul este predispus la îmbolnăviri, între 30-60min/zi timp de minim 12 zile;
- în cele de remineralizare a organismului, de întreținere, de relaxare, de refacere și de prevenție, între 30-60min./zi, ori de câte ori este posibil, dar minim 30min/zi) [17-19, 70, 71].

Zonele căilor respiratorii aeriene sunt menținute umede datorită producerii de mucus de către celulele mucoase din stratul epitelial al acestor căi și parțial de glande din submucoasă. Pelicula de mucus captează particule mici din aerul inspirat și le împiedică să mai ajungă în alveole, fiind reînnoită permanent datorită mișcărilor dinamice ciliare de la nivelul epiteliului respirator (Fig. 5).

Aerul inspirat ajunge în plămâni cu aproximativ 1,0°C mai cald decât a fost inspirat deoarece a fost încălzit și umidificat în cavitatea nazală. Saturația în vapori de apă și prezența mucusului fac posibilă acțiunea forțelor de tensiune superficială la nivelul căilor respiratorii superioare prin acțiunea forțelor lui Starling [39].

Surfactantul pulmonar este o fosfolipoproteină complexă secretată de celulele alveolare de tip II, celulele epiteliale specializate, granulare ca și aspect, cu incluziuni lipidice, care ocupă aproximativ 10% din suprafața alveolelor pulmonare [40].

Prezența apei în alveolele pulmonare face ca acestea să aibă tendința de colabare și aerul astfel să iasă din plămân. Molecula surfactantului pulmonar – la fel ca și constituienții membranei celulare - având un cap hidrofil și unul hidrofob, realizează interfața aer-apă din alveolă și crește complianța pulmonară [35, 39, 41].

Ventilația pulmonară, respectiv reîmprospătarea continuă a aerului din zonele pulmonare de schimb, acolo unde există și un contact intim cu capilarele, este consecința complianței pulmonare și prezenței surfactantului. În cursul unei respirații, numai o mică parte din aerul inspirat ce intră în plămân, ajunge până la bronhiiolele terminale. Aerul alveolar se ventilează prin difuziune fiind rezultatul mișcării dinamice a moleculelor de gaz. Același fenomen este implicat și în drumul parcurs de ionii de sodiu și clor până la nivelul alveolelor. Echilibrarea Forțelor lui Starling se realizează prin intervenția ionului de Na^+ care atrage apa din interstiții și crește cantitatea acesteia în spațiul alveolar. Acest fenomen are ca efect imediat augmentarea fazei de sol a surfactantului și accelerarea clearance-ului muco-ciliar [40].

Sub acțiunea ionilor de Na^+ , ciliii își îmbunătățesc funcționarea prin prezența acestuia în depolarizarea membranelor și implicit în creșterea activității. Astfel, îmbunătățind și augmentând funcția ciliară, ionul de Na^+ inspirat prin haloterapie crește clearance-ul mucociliar și asigură o curățare mult mai eficientă a căilor respiratorii superioare și inferioare [33].

Mai mult decât atât, la fumători, unde este cunoscută încetinirea până la paralizie a mișcării ciliare, ionul de Na^+ reușește să reactiveze eliberarea și curățarea mucusului, apoi degajarea arborelui respirator prin activarea cililor [40].

Terapia în halocamerele naturale sau artificiale are următoarele efecte benefice:

- îmbunătățirea expectorației datorită creșterii volumului de spută și de secreții din căile respiratorii superioare - fapt ce conduce la îmbunătățirea actului respirator și senzația pacientului de eliberare, de

degajare pulmonară, acest lucru având ca efect și creșterea productivității tusei;

- obținerea în timp a efectului bacteriostatic prin reducerea episoadelor de infecții recurente ale aparatului respirator sau eliminarea completă a episoadelor sezoniere acute (este benefic pentru pacienții cu BPOC, căroră un episod de infecție respiratorie acută le poate fi fatal);

- îmbunătățirea calității somnului prin diminuarea edemului filierei aerodigestive superioare (văl palatin, baza limbii, pilierii lojei amigdaline) regăsit adesea la cei care sunt afectați de sforăit [33].

Implicații terapeutice actuale al halocamerelor naturale și artificiale

Halocamerelor naturale (minele de sare gema) și cele artificiale, de suprafață, conțin aerosoli anhidrii, semihidratați și hidratați. Ultimile două tipuri sunt nanoclustere stratificate de aeroanioni acvatați. Aceștia sunt reformați prin acvatemplare coordinativă a nonopoliedrelor de NaCl, cu împachetare joasă, sub influența pentahidrolului de apă din atmosfere umede (>80%).

În funcție de tipul sursei, de activitatea nanoparticulelor de sare gemă, respectiv de timpul lor de viață și de condițiile de mediu, solionii și ceilalți aerosoli salini din atmosfera halocamerelor naturale sau artificiale prezintă o distribuție dimensională gaussiană trimodală și o concentrație oarecum regulată (constantă în timp și spațiu), ca urmare a diferenței dintre viteza de producere și cea de stingere sau pierdere, puse pe seama unor procese de condensare, coagulare, peptizare, electroneutralizare, sedimentare (destabilizare) etc. [7-10, 17-19, 72].

Conform studiilor noastre [1-11] la o umiditate higroscopică mai mare de 80% din totalul de nanoaerosoli anhidri generați de surse mobile pe bază de cartușe cu diafragme ce conțin granule de NaCl obținute prin recristalizare, care pot atinge nivelul maxim în halocameră de 12 mg/m³, peste 90% din particulele Aitken (<50μm) sunt convertite prin reformare structurală în solioni, în schimb aerosolii salini anhidri cu granulometria între 50 și 500 μm au gradul de conversie sub 20%.

Pentru mediile terapeutice, tip halocameră naturală sau artificială, se folosesc microdispersiile submicronice, gazoase sub formă de solioni (higro-, sau aquo-aerosoli) sau aerosoli parțial umectați (semihidratați). Pentru mediile ambientale, care impun „efectul de aer curat”, se folosesc în primul rând aerosoli semihidratați cu încărcătură superficială negativă. Aceștia destabilizează, prin electroneutralizare, aerosolii cu încărcare pozitivă, cum ar fi cei rezultați din ardere/piroliză (de exemplu fumul de țigară), precum și nanodispensiile rezultate din respirația omului, metabolismul anumitor ciuperci sau mușcagăuri etc. [1-11, 26, 36, 59, 67, 68, 73-76].

Solionii și aerosolii salini semihidratați proveniți din surse naturale sau artificiale, în funcție de aplicațiile lor practice, trebuie să aibă o activitate, caracterizată printr-un anumit nivel al concentrației, o perioadă determinată de viață și un domeniu al granulometriei riguros controlat în timp [1-11, 19, 66, 76-81].

În tabelul 3 se prezintă cele șapte domenii medicale de aplicare studiate în ultimii ani în cadrul colectivului nostru și de către alte echipe de cercetare din lume.

Tabelul 3. Aplicații studiate în cadrul grupului nostru de cercetare [11]

Domeniul medical de aplicare	Nivelul aerosolilor anhidri (mg/m^3)*	Nivelul solionilor în halocamere (mg/m^3)**	Compoziția microparticulelor (g/L)***	Regimul de lucru al dispozitivului pentru generarea solionilor****
Prevenirea și tratamentul afecțiunilor respiratorii	>16	>8.0	NaCl = 280-300	a – 73-75°C; b – 0.8–0.9 atm; c – 1,1-1,2 atm; d – 55-60°C; e – 75-80%UR f – 72 h
Tratamentul hipertensiunii arteriale	>20	>10.0	NaCl = 250-280 KCl = 380-400, MgCl ₂ = 320-350 Raportul: NaCl:KCl:MgCl ₂ =8:1:1	a – 73-75°C; b – 0.8–0.9 atm; c – 1.2–1.3 atm; d – 55-60°C; e – 75-80%UR f – 54 h
Terapia afecțiunii glandei tiroide	>24	>12.0	NaCl = 250-280 KI = 130-150 Raportul: NaCl:KCl = 9.5:0.5	a – 73-75°C; b – 0.8-0.9 atm; c – 1,2-1,3 atm; d – 55-60°C;

EUROINVENT WORKSHOP 2026

				e – 75-80%UR f – 54 h
Tulburări psihomotorii	Între: 2 - 12	Între: 1,0-6,0	NaCl = 230-250 KCl = 380-400 MgCl ₂ = 320-350 CaCl ₂ = 420-450 Raportul: NaCl:KCl:MgCl ₂ :C aCl ₂ = 8:1:0.6:0.4	a – 73-75°C; b – 0,8-0,9 atm; c – 1,1-1,2 atm; d – 50-55°C; e – 55-60%UR f – 48 h
Tratarea afecțiunilor neuro-motorii, îmbunătățirea performanțelor fizice la copii, bătrâni și a oamenilor care lucrează în condiții de efort ridicat.	Între: 2 - 12	Între: 1,0-6,0	NaCl = 230-250 KCl = 380-400 MgCl ₂ = 320-350 CaCl ₂ = 420-450 Raportul: NaCl:KCl:MgCl ₂ :C aCl ₂ = 8:1:0.6:0.4	a – 73-75°C; b – 0,8-0,9 atm; c – 1,1-1,2 atm; d – 50-55°C; e – 55-60%UR f – 48 h
Îmbunătățirea performanțelor la sportivi	Între: 1,2 - 2,0	Între: 0,6-1,0	NaCl = 250-280 KCl = 380-400 MgCl ₂ = 320-350 KI = 130-150 Raportul: NaCl:KCl:MgCl ₂ : KI = 8,5:0,85:0,6:0,05	a – 73-75°C; b – 0,8-0,9 atm; c – 1,1-1,2 atm; d – 50-55°C; e – 55-60%UR f – 48 h
Prevenirea sau oprirea formării de biofilme pe suprafețele protezelor pentru implanturi osoase și dentare	>16	>8.0	NaCl = 280-300	a – 73-75°C; b – 0,8-0,9 atm; c – 1,1-1,2 atm; d – 55-60°C; e – 75-80%UR f – 72 h

* Umiditatea relativă a mediului înconjurător < 20%

** Umiditatea relativă a mediului înconjurător > 80%

*** Microgranulele sunt obținute prin recristalizare la cald din soluții apoase suprasaturate, urmată de încărcarea în diafragme cu aer uscat și vehicule cu aer umed și cald pentru dispersie în halocameră;

**** Modul de funcționare a dispozitivului de generare a solionilor în halocameră: temperatura (a) soluțiilor suprasaturate apoase, depresurizarea (b) la uscare cu aer uscat, dispersia nanocrystalitelor de la suprafața eflorescenței prin suflare (c) aer cald (d) și aer umed (s), durata minima de viață a solionului (f).

Proprietățile curative ale haloterapiei sunt generate de un sinergism dintre aerosolii salini hidratați/solioni și factorii de microclimat. Aerosolii salini hidratați dispersați în atmosfera salinei sunt inhalați pe căile respiratorii sau sunt absorbiți transcutanat. În funcție de diametrul

particulelor din grupul Aitken, prin inhalare acționează la diferite niveluri ale tractului respirator, prin accelerarea clearance-ului mucociliar și optimizarea surfactantului pulmonar. Se știe că, haloterapia influențează simptomatologia aparatului respirator prin îmbunătățirea procesului de respirație și senzația de eliberare a pacientului ca rezultat al creșterii productivității tusei și degajării pulmonare, reducerea puseelor infecțioase ale aparatului respirator datorită efectului bacteriostatic și, nu în ultimul rând, diminuarea edemului sinusal [30]. Aceleași efecte sunt și în cazul afecțiunilor cardio și imuno-tiroidian. De asemenea, s-au evidențiat efecte de îmbunătățire a performanțelor umane. Astfel, activitățile fizice desfășurate în vederea întreținerii sau restabilirii sănătății au un efect benefic asupra organismului dacă se desfășoară într-un mediu cu aerosoli salini, deoarece această expunere duce în timp la creșterea puterii de ventilație a aparatului respirator, se mărește amplitudinea mișcărilor respiratorii concomitent cu scăderea frecvenței acestora, la amplificarea capacității funcționale a aparatului circulator (datorită fortificării inimii) [7-10, 17-19].

Cercetările din ultimii ani privind aspectele teoretice și aplicative ale aerosolilor salini, au fundamentat două direcții noi de studiu: caracterizarea nanostructurilor anionice hidratate ale solionilor stabili din atmosfera halocamerelor artificiale (de suprafață) și respectiv, minimizarea timpului de staționare și optimizarea ciclurilor de tratament pentru multiplele lor aplicații, plecând de la realizarea de ambienturi cu aer curat, până la cele privind prevenirea și tratamentul unor afecțiuni ale aparatului cardio-respirator, tiroidian și osteomuscular, culminând cu îmbunătățirea performanțelor umane la copii, persoane în vârstă și cele care lucrează în condiții dure sau cu efort ridicat. În prezent se știe că, haloterapia ameliorează uimitor: astmul sever, afecțiunile căilor respiratorii, rinite, faringite, otite, amigdalite, sinuzite, răceli, tuse, alergii (această terapie este indicată și pentru copii), diferite probleme ale pielii, eczeme, dermatite, psoriazisul, infecții virale, insomnia, anxietatea, refacerea sistemului imunitar [17-19].

În ultimi trei ani pandemia cu COVID-19 a afectat un procent considerabil de subiecți umani, care a necesitat o reorientare a

protocoalelor de tratament la domiciliu, ambulatoriu și cu internare pentru o perioadă mai lungă.

În trecut haloterapia presupunea o vizită într-o salină, dar în prezent există halocamere artificiale de suprafață atât în policlinici și spitale, cât și în hoteluri cu piscine și SPA-uri [19, 20, 36, 67-69].

S-a avut în atenție determinarea nivelului de concentrație pentru patru grupe granulomerice de nanoaerosoli (1,0; 2,5; 4,0 și 10,0 μm) și timpul lor de viață, în corelație cu caracteristicile microclimaterice (temperatura, umiditatea, iluminarea, presiunea și concentrația în CO_2 și O_2) în trei zone active din Salina Târgu Ocna, folosite curent în tratamente subterane: în vecinătatea pereților din încăperea veche de exploatare sare gemă (regim static semiumed), în zona de tranziție dintre camerele vechi de exploatare (regim dinamic semiumed) și în zona cascadei și a lacului cu slatină (regim dinamic umed).

Pe baza datelor din registrele cabinetului medical de la nivelul Salinei și a chestionarelor realizate pe subiecții umani, având în atenție una din cele trei activități specifice pentru terapie, antrenament și odihnă/vizită, s-au elaborat profilurile cu evoluția ratei de ameliorare a afecțiunilor și îmbunătățirea performanțelor umane. Chestionarele au fost realizate pe segmente de pacienți, în două perioade de staționare diferite ca mediu climatic (iarnă/vară) și pentru cicluri specifice de tratament și antrenament. De fiecare dată s-a avut în atenție cazurile de contaminare cu virusul COVID-19 și momentul la care testul a devenit negativ. Aceste studii permit îmbunătățirea condițiilor de tratament din halocamere artificiale de suprafață și implicit reducerea la minim a perioadei de staționare și optimizarea ciclurilor de tratament/antrenament.

Cercetările în domeniul influenței aerosolilor salini asupra diverselor afecțiuni, în deosebi cardio-respirator, au crescut ca număr. Foarte multe colective au dezvoltat metode și tehnici de analiză a caracteristicilor și comportarea nanoparticulelor saline hidratate sau slab hidratate, care au efect benefic asupra omului atât prin inhalare, cât și la nivelul pielii prin contact [70-87].

Concluzii

În lucrare se prezintă rezultatele obținute în ultimii ani privind obținerea, caracterizarea chimică, fizico-structurală și aplicațiile practice ale aerololilor salini, nanodispersați în medii de prevenție, terapie și aer curat. În acest sens, sunt analizate nivelele de dispezie din sistemul trimodular (Aitken, mediu și mari/grosiere sau sedimentabile), unde în prima distribuție granulometrică a particulelor Aitken se diferențiază două subgrupe, cea a particulelor hidratate, cunoscute sub numele de solioni și cele anhidre, sub formă de nanopoliedre slab acvatale superficial.

Se știe că, aerosolii de NaCl proveniți din diverse surse naturale (aerosolii marini și cei salini din mine de sare) sau artificiale (halocamere de suprafață și cagule sau dispozitive saline), au multiple implicații practice, cum ar fi: purificarea și îmbunătățirea calității aerului atmosferic (efectul de „aer curat”), în profilaxia și terapia unor afecțiuni cardio-respiratorii, osteo-musculare și psiho-neuromotorii, când solionii contribuie la creșterea rezistenței organismului prin îmbunătățirea dinamicii proceselor membranare, în primul rând, împotriva infecțiilor respiratorii și având efecte de desensibilizare la alergeni.

Cercetările din ultimii 20 de ani ai colectivului nostru a fost justificată de necesitatea validării unor aplicații practice moderne ale aerosolilor salini, respectiv a solionilor (microstructuri muabile cu stratificare sferică și încărcare superficială negativă, sub forma haloanionilor hidratați, formate din nanopoliedre de NaCl, cu împachetare joasă și pentahidrolu de apă, ultimii dispuși coordonativ prin efectul de acvatemplare a cationilor marginali), din grupul celor nouă ținte luate în studiu, cum sunt: realizarea de ambiente cu „aer curat”(i), de evoluția stării de sănătate după o perioadă de îngrijire clinică, cu monitorizare, de exemplu: prevenția și tratamentul afecțiunilor cardio-respiratorii (ii), osteo-musculare (iii) și psiho-neuromotorii (iv), alături de îmbunătățirea performanțelor fizice și intelectuale ale subiecților umani de diverse categorii de vârstă și sex (v), creșterea capacității la efort fizic pentru sportivi de performanță (vi) și pentru muncitori care lucrează în regim dur de muncă (vii) și de curând pentru prevenirea formării de biofilme pe sisteme de protezare ceramice și metalice (viii) sau impactul lor asupra

persoanelor cu deficiențe (auz și vedere) și dizabilități locomotorii sau autism (ix).

O atenție deosebită s-a acordat fundamentării teoretice și practice a solionului o nanoparticulă dinamică, cu structură glomerulară muabilă, care la nivel de țesut in vivo prin delicescență permit dirijarea ionilor spre canalele specifice, activând procesele biochimice, față de care nanopoliedrele de NaCl anhidre fiind puternic hidrofile vor croniciza afecțiunile prin deshidratare puternică.

Pe baza datelor etnoarheologice s-a trecut de la utilizarea minelor de sare și a plajelor cu ape sărate la realizarea de halocamere saline artificiale sau de suprafață, care au multiple avantaje, legate de controlul, reglarea și monitorizarea nivelului de concentrație, a vitezei de formare și a stabilității aerosolilor salini, de compatibilitatea lor cu alți aerosoli de sinteză specifici pentru prevenție și tratament.

În acest scop, se prezintă două tipuri de halocamere artificiale, statice și dinamice cu principalele lor caracteristici, alături de aspectele inedite privind influența aerosolilor salini asupra dezvoltării tinerilor, obținute de colectivul nostru; mai receptivi la efectul de îmbunătățire a performanțelor umane fiind partea feminină.

În final, se prezintă mecanismele proceselor acțiunii solionilor asupra organismului uman, prin corelarea datelor preluate din literatura de specialitate cu rezultatele obținute în cadrul colectivului nostru.

Referințe bibliografice

- [1] I. Sandu, M. Alexianu, R. –G. Curcă, O. Weller, C. Pascu, “Halotherapy: From Ethnoscience to Scientific Explanations,” *Environmental Engineering and Management Journal*, vol. 8, no. 6, pp. 1331-1338, 2009.
- [2] I. Sandu, M. Chirazi, M. Canache, I. G. Sandu, M. T. Alexeianu, V. A. Sandu, V. Vasilache, “Research on NaCl saline aerosols I. Natural and artificial sources and their implications,” *Environmental Engineering and Management Journal*, vol. 9, no. 6, pp. 881-888, 2010.
- [3] I. Sandu, M. Chirazi, M. Canache, I. G. Sandu, M. T. Alexeianu, V. A. Sandu, V. Vasilache, “Research on NaCl saline aerosols II. New

- artificial halochamber characteristics,” *Environmental Engineering and Management Journal*, vol. 9, no. 8, pp. 1105-1113, 2010.
- [4] I. Sandu, A. Poruciuc, M. Alexianu, R. –G. Curcă, O. Weller, „Salt and Human Health: Science, Archaeology, Ancient Texts and Traditional Practices of Eastern Romania,” *Mankind Quarterly*, vol. 50, no. 3-4, pp. 225-256, 2010.
- [5] I. Sandu, M. Canache, V. Vasilache, I. G. Sandu, „The effects of salt solutions on the health of human subjects,” *Present Environment and Sustainable Development*, vol 5, pp. 67-88, 2011.
- [6] I. Sandu, M. Canache, I. G. Sandu, C. Pascu, A. V. Sandu, V. Vasilache, „Researches on the NaCl Saline Aerosols III. Influence of Physical Doping with other Sals on Aerosols Generations,” *Aerosol and Air Quality Research*, vol. 10, no. 6, pp. 1731–1740, 2013.
- [7] I. Sandu, M. Canache, T. Mihaescu, M. Chirazi, A. V. Sandu, L. M. Trandafir, A. C. Luca, L.E. Checherita, „Influence of NaCl Aerosols on the Functional Characteristics of Children,” *Revista de Chimie*, vol. 66, no. 1, pp. 60-65, 2015.
- [8] I. Sandu, M. Canache, A. V. Sandu, M. Chirazi, T. Mihaescu, L.E. Checherita, I. G. Sandu, „The influence of NaCl aerosols on weight and height development of children,” *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 187, no. 2, Article Number: 15, 2015.
- [9] I. Sandu, R. I. Olariu, I. G. Sandu, C. M. Stirbu, C. Pascu, V. Vasilache, D. Vione, C. Arsene, „Investigation of the dynamics and kinetics involved in saline aerosol generation under air erosion of pure and contaminated halide salts,” *Journal of Aerosol Science*, vol. 81, pp. 100-109, 2015.
- [10] I. Sandu, M. Canache, A. V. Sandu, Vasilache, *Aerosolii salini în dezvoltarea copiilor*, Ed. Universitații Alexandru Ioan Cuza, Iași, 2015.
- [11] I. Sandu, I. G. Sandu, „Solion - A Bioactive Nanostructured Particle,” *Pharmaceutical Sciences & Analytical Research Journal*, vol. 2, no. 4, Article Number: 180029, 2019.
- [12] C. M. Știrbu, I. C. Știrbu, I. Sandu, „Impact Assessment of Saline Aerosols on Exercise Capacity of Athletes,” *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 46, pp. 4141-4145, 2012.

- [13] M. Canache, „Cercetări privind influența aerosolilor salini asupra îmbunătățirii activității școlare a elevilor,” *Teză de doctorat*, Universitatea Alexandru Ioan Cuza, Iași, 2013.
- [14] C. M. Știrbu, „Cercetări privind impactul aerosolilor salini asupra performanței alergătorilor de semifond,” *Teză de doctorat*, Universitatea Alexandru Ioan Cuza, Iași, 2014.
- [15] M. O. Antonovici (Munteanu), „Influența aerosolilor salini asupra sănătății și performanțelor umane”, *Teză de doctorat*, Universitatea Alexandru Ioan Cuza, Iași, 2024.
- [16] I. Șandru, „Contribuții geografico-economice asupra exploatării slatinelor în Bucovina de Sud,” *Studii și Cercetări Științifice, Iași*, vol. 3, no. 1-4, pp. 407-428, 1952.
- [17] M. Canache, I. Sandu, M. Chirazi, T. Lupașcu, I. G. Sandu, „Saline aerosols influence on growth staturo-weight children,” *Present Environment and Sustainable Development*, vol. 6. No. 2, pp. 221-234, 2012.
- [18] M. Canache, I. Sandu, M. Chirazi, T. Lupașcu, I. G. Sandu, „The Influence of the Saline Aerosols on the Staturo-Pondereal Growth and of some Functional Characteristics of the Children.” *Present Environment And Sustainable Development*, vol. 7, no. 1, pp. 179-188, 2013.
- [19] A. V. Chervinskaya, N. A. Zilber, “Halotherapy for treatment of respiratory diseases,” *Journal of Aerosol Medicine*, vol. 8, pp. 221-232, 1995.
- [20] A. V. Chervinskaya, “Halotherapy in Controlled Salt Chamber Microclimate for Recovering Medicine,” *Polish Journal of Balneolog*, vol. 2, pp. 133-141, 2007.
- [21] J. Hedman, T. Hugg, J. Sandell, „*The effect of salt chamber treatment on bronchial hyperresponsiveness in asthmatics*,” *Allergy*, vol. 61, no. 5, pp. 605-610, 2006.
- [22] I. Sandu, C. Pascu, I. G. Sandu, G. Ciobanu, V. Vasile, O. Ciobanu, „The obtaining and characterization of NaCl nanocrystalline dispersions for saline-type therapeutical media. I. Theoretical aspects,” *Revista de Chimie*, vol. 54, pp. 807-812, 2003.

- [23] I. Sandu, C. Pascu, I. G. Sandu, G. Ciobanu, V. Vasile, O. Ciobanu, „The obtaining and characterization of NaCl nanocrystalline dispersions for saline-type therapeutical media. II. The in situ analysis of saline room aerosols,” *Revista de Chimie*, vol. 55, no. 10, pp. 791-797, 2004.
- [24] I. Sandu, C. Pascu, I. G. Sandu, G. Ciobanu, V. Vasile, O. Ciobanu, „The obtaining and characterization of NaCl nanocrystalline dispersions for saline-type therapeutical media. III. The evaluation of the SALIN device reliability,” *Revista de Chimie*, vol. 55, no. 11, pp. 971-978, 2004.
- [25] Sandu, I., Pascu, C., Vasile, V., (2006), „Obtaining of dry mixt aerosols for therapeutical environments,” *Halotherapy, Adjuvant Therapy in the Treatment of Respiratory Disorders*, <http://saltmed.blogspot.com>, 13, pp. 15–19, 2006.
- [26] G. V. Poryadin, N. E. Zhuravleva, J. M. Salmasi, A. N. Kazimirsky, L. Y. Semenova, S. A. Polner, T. A. Chervinskaya, „Immunological mechanisms of recovery from an acute stage in patients with atopic bronchial asthma,” *Russ. J. Immunol.*, vol. 7, no. 3, pp. 259-264, 2002.
- [27] S. Anton, *Incursiune în medicina naturistă*, vol. I și II, Ed. Polirom, Iași, 2004.
- [28] S. Ivan, S., *Să ne tratăm și fără medicamente*, Ed. Științifică și Enciclopedică, București, 1990.
- [29] C. Dail, C. Thomas, *Hidroterapie*, Ed. Viață și Sănătate, București, 1995.
- [30] A. Percek, *Terapeutica naturistă*, Ed. Ceres, București, 1987.
- [31] P. Chirilă, „Sarea iodată,” *Revista Sănătate prin stil de viață*, vol. 4, pp. 9-13, 2009.
- [32] C. Broșteanu, *Salinele noastre. Studiu juridic, istoric si economic*, Ed. G.A. Lăzăreanu, București, 1901.
- [33] R. Chiruță, G. V. Moscaliuc, C. Pascu, *Considerente fiziologice asupra aerosoloterapiei saline*, Iași, www.salin.ro, pp. 1-2, 2008.
- [34] E. Barnea, *Efectele poluării atmosferei asupra aparatului respirator la copii*, Ed. Medicală, București, 1978.
- [35] S. Lovin, R. Bercea, C. Cojocar, G. Rusu, T. Mihăescu, „Body composition in obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome Bio-

- impedance reflects the severity of sleep apnea,” *Multidisciplinary Respiratory Medicine*, vol. 5, no. 1, pp. 44-49, 2010.
- [36] V. Tudorache, S. Mihăicuță, R. Potre, A. Kigyosi, “Aeroionizarea forțată a aerului din încăpere ca și terapie adjuvantă în terapia astmului și bronșitei cronice,” *www.SaltMed.blogspot.com*, 03.04.2009.
- [37] S. A. Antoniu, T. Mihăescu, C. F. Donner, „Inhaled therapy for stable chronic obstructive pulmonary disease,” *Expert Opinion on Pharmacotherapy*, vol. 8, no. 6, pp. 777-785, 2007.
- [38] S. A. Antoniu, T. Mihăescu, C. F. Donner, „Pharmacotherapy of cough-variant asthma,” *Expert Opinion on Pharmacotherapy*, vol. 8, no. 17, pp. 3021-3028, 2007.
- [39] R. Crișan, T. Mihăescu, „The effects of using Dry-Salt-Inhaler on Patients with Asthma and COPD,” *Medicine in Evolution*, vol. 17, no. 3, pp. 325-331, 2010.
- [40] R. Crișan, T. Mihăescu, *Haloterapia – O soluție „antică” și „modernă” în terapia afecțiunilor respiratorii*, *Medica Academica*, vol. 16, no. 3, pp. 36-38, 2011.
- [41] R. Crișan, R. Chirita, A. Rinder, T. Mihăescu, „Depression in Patients with Asthma and COPD,” *Journal of Integrative Psychiatry*, Socola, Iași, XVII, vol. 49, no. 2, pp. 33-38, 2011.
- [42] R. Crișan, „Utilizarea haloterapiei în tratamentul patologiei obstructive pulmonare.” *Teză de doctorat*. Universitatea de Medicina si Farmacie, Iasi, 2011.
- [43] T. Mihăescu, *Pneumofiziologie. Îndrumător pentru studenți și rezidenți*, Ed. DAN, Iași, 2001.
- [44] E. Dumitrescu, D. Cinteza, H. Lazarescu, “Evaluarea status-ului clinic al loturilor de pacienți selectați pentru cura de speleoterapie,” *Conferința Națională de Speleoterapie cu Participare Internațională*, ediția I, Turda 2011, Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj Napoca, pp. 52-53, 2012.
- [45] L. Enache, I. Bunescu, „Confortul termic-factor de mediu important în bazele de tratament (Thermal comfort-important environmental factor in spas),” *Balneo-Research Journal*, Vol 2, no 1, pp. 29-30, 2011.

- [46] L. Enache, I. Bunesu, „Determinări microclimatice, bioclimatice și de ionizarea aerului în salina Ocna-Dej (Microclimate and air ionization measurements in the Ocna-Dej salt mine),” *Balneo-Research Journal*, Vol. 2, no. 1, pp. 31-32, 2011.
- [47] L. Enache, I. Bunesu, „Microclimatul și ionizarea naturală a aerului în unele incinte subterane (studii de caz: salinele Turda, Cacica, Ocna-Dej și peștera Fundata-Râșnov)/ The microclimate and the natural ionization of the air in some underground spaces (case studies: salt mines Turda, Cacica and Ocna-Dej, and Fundata cave),” *Conferința Națională de Speleoterapie cu Participare Internațională*, ediția I, Turda, 6-9 octombrie 2011, Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj Napoca, pp. 44-46, 2012.
- [48] S. Ștefan, “Contribuții la studiul proceselor de condensare-evaporare din atmosferă,” *Teză de doctorat*, Universitatea din București, 1992.
- [49] S. Ștefan, *Fizica aerosolului atmosferic*, Ed. ALL, București, 1998.
- [50] D. J. Moore, B. J. Mason, „The concentration, size distribution and production rate of large salt nuclei over the oceans,” *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, vol. 80, pp. 583-590, 1954.
- [51] E. K. Bigg, J. L. Gras, C. Evans, ”Origin of Aitken particles in remote regions of the Southern Hemisphere,” *Journal of Atmospheric Chemistry*, vol. 1, no. 2, pp. 203-214, 1984.
- [52] I. Simionca, I. Chonka, I. Pop, „Effect of the microclimate of salt mines on T- and B- lymphocyte function in bronchial asthma patients,” *Vrach Delo Mar.* vol. 3, pp. 57-59, 1989.
- [53] I. Simionca, M. Hoteteu, A. Buturuga, L. Enache, D. Cintează, I. Kiss, N. Grudnicki, N. Ursaciuc, G. Maiorescu, G. Stoian, M. Matei, R. Calin, R. Margineanu, I. Dincu, „Speleoterapia. Particularități actuale și de perspectivă,” *Romanian Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, vol. 3-4, pp. 18-19, 2008.
- [54] I. Simionca, „*Speleoterapia și haloterapia în România și alte țări europene-realități și perspective*,” *Balneo-Research Journal*, vol. 2, no. 1, pp. 27-28, 2011.
- [55] I. Simionca, O. Mera, M. Hoteteu, C. Munteanu, L. Enache, R. Călin, A. Munteanu, „Unele rezultate ale studiului de mediu subteran și

- medico-biologic experimental în Salina Turda,” *Balneo-Research Journal*, vol. 2, no. 1, pp. 43-44, 2011.
- [56] I. Simionca, M. Hoteteu, A. Munteanu, C. Munteanu, I. Rizea, A. Iliuta, D. Ciotaru, C. Ursaciuc, I. R. Pirvu, M. Surcel, O. Mera, N. Țigănila, R. I. Bia, A. G. Bica, C.O. Țigănila, C Bilha, I. Ietcu, C. Zup, N. Grudnicki, G. Stoian, C. Sturzoiu, M. Ghita, D. Clinciu, „Rezultate preliminare ale efectului curei speleoterapeutice în salinele Cacica, Ocna Dej asupra unor procese și sisteme organismice la bolnavi cu diferite patologii cronice respiratorii inflamatorii și alergice,” *Conferința Națională de Speleoterapie cu Participare Internațională*, ediția I, Turda, 6-9 octombrie 2011, Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj Napoca, pp. 54-56, 2012.
- [57] I. Simionca, M. Hoteteu, H. Lăzărescu, N. Grudnicki, G. Stoian, L. Enache, C. Munteanu, O. Mera, M. R. Calin, „Haloterapia-descendentă a speleoterapiei în minele saline; Realități și perspective de haloterapie științifică în România,” *Conferința Națională de Speleoterapie cu Participare Internațională*, ediția I, Turda, 6-9 octombrie 2011, Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj Napoca, pp. 56-57, 2012.
- [58] M. A. Mathay, H. G. Folkesson, A. S. Verkman, „Salt and water transport across alveolar and distal airway epithelia in the adult lung,” *Am. J. Physiol.*, vol. 270, no. 4, pp. L487-503, 1996.
- [59] S. D. Anderson, J. Spring, B. Moore, et al., „The effect of inhaling a dry powder of sodium chloride on the airways of asthmatic subjects,” *Eur. Respir. J.*, vol. 10, no. 11, pp. 2465-2473, 1997.
- [60] J. Riedler, T. Reade, C. F. Robertson, „Repeatability of response to hypertonic saline aerosols in children with mild to severe asthma,” *Pediatr. Pulmonol.*, vol. 18, no. 5, pp. 330-336, 1994.
- [61] I. S. Neagoie, I. Tacu, A. Sandu, „Efectul terapeutic al aeroionizării negative,” *Conferința Națională de Balneologie cu participare internațională*, ediția a X-a, Sovata, 10-12 mai 2012, *Balneo-Research Journal*, vol. 3, no. 2, pp. 89, 2012.
- [62] R. Basir, S. Lehrman, G. De Lorenzo Ljand și colab., “Lack of significant bronchial reactivity to inhaled normal saline in subjects

- with methacoline challenge test,” *Journal of Asthma*, vol. 3, no. 1, pp. 63-67, 1995.
- [63] O. P. Chernova, S. B. Matiushina, M. N. Volianik, et al. "The dynamics of the persistence characteristics of staphylococci under the action of the microclimate of a speleotherapy mine," *Zh. Mikrobiol Immunobiol.*, no. 3: pp. 78-80, 1996.
- [64] A. A. Abdulaev, K.M. Gadzhiev, A.A. Eiubova, (1993), "The efficacy of speleotherapy in salt mines in children with bronchial asthma based on the data from immediate or late observations," *Vopr. Kurortol. Fizioter. Lech. Fiy. Kult.*, no. 5, pp. 25-58, 1996.
- [65] P. P. Gorbenko, I. V. Adamova, T. M. Sinitsina, "Bronchial hyperactivity to inhalation of hypo- and hiperosmolar aerosols and its correction by halotherapy," *Ter. Arkh.*, vol. 68, no. 8, pp. 24-28, 1996.
- [66] L. V. Borishenko, A. V. Chervinskaia, Va N.G. Step Ano, "The use oh halotherapy for the rehabilitation of patients with acute bronchitis and a protracted and recurent course," *Vopr. Kurortol. Fizioter. Lech. Fiz. Kult.*, vol. 1, pp. 11-15, 1995.
- [67] B. Alföldy, S. Torok, I. Balashazy, "EPMA and XRF characterization of therapeutic cave aerosol particles and their deposition in the respiratory system," *X-RAY Spectrometry*, vol. 31, no. 5, pp. 363-367, 2002.
- [68] W. Haaf, R. Jaenicke, „Results of improved size distribution measurements in the Aitken range of atmospheric aerosols,” *Journal of Aerosol Science*, vol. 11, pp. 321-330, 1980.
- [69] R. McGraw, E. R. Lewis, „Deliquescence and efflorescence of small particles,” *Journal of Chemical Physics*, vol. 131, no. 2, Article Number: 194705, 2009.
- [70] K. P. Fennelly, J. W. Martyny, K. E. Fulton, I. M. Orme, D. M. Cave, L.B. Heifets, "Cough-generated Aerosols of Mycobacterium tuberculosis. New Method to Study Infectousness," *Am. J. Respir Crit. Care Med*, vol. 169, pp. 604-609, 2004.
- [71] K. P. Fennelly, E. C. Jones-Lopez, Ayakaka, „Variability of infectious aerosols produced during Coughing by Patients with Pulmonary Tuberculosis,” *Am. J. Respir Crit. Care Med*, vol. 186, no. 5, pp. 450-457, 2012.

- [72] S. A. Hassan, "Microscopic mechanism of nanocrystal formation from solution by cluster aggregation and coalescence," *The Journal of Chemical Physics*, 134, Article Number: 114508, 2011.
- [73] I. N. Tang, „Chemical and size effects of hygroscopic aerosols on light scattering coefficients," *Journal of Geophysical Research*, vol. 101, pp. 19245-19250, 1996.
- [74] P. Tang, H. K. Chan, E. Tam, N. de Gruyter, J. Chan, „Preparation of NaCl powder suitable for inhalation," *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 45, pp. 4188–4192, 2006.
- [75] Z. Wang, S. M. King, E. Freney, T. Rosenoern, M.L. Smith, Q. Chen, M. Kuwata, E.R. Lewis, U. Poschl, W. Wang, P. R. Buseck, S. T. Martin, „The dynamic shape factor of sodium chloride nanoparticles as regulated by drying rate," *Aerosol Science and Technology*, 44, pp. 939-953, 2010.
- [76] M. Beck-Broichsitter, J. Gauss, C. B. Pachauser, K. Lahnstein, T. Schmehl, W. Seeger, T. Kissel, T. Gessler, "Pulmonary drug delivery with aerosolizable nanoparticles in an ex vivo lung model," *International Journal of Pharmaceutics*, vol. 367, pp. 169-178, 2009.
- [77] H. W. Cho, C. S. Yoon, J. H. Lee, S. J. Lee, A. Viner, E. W. Johnson, "Comparison of pressure drop and filtration efficiency of particulate respirators using welding fumes and sodium chloride," *The Annals of Occupational Hygiene*, vol. 55, pp. 666-680, 2011.
- [78] Y. Gao, S. B. Chen, L. E. Yu, „Efflorescence relative humidity of airborne sodium chloride particles: a theoretical investigation," *Atmospheric Environment*, 41, pp. 2019-2023, 2007.
- [79] D. W. Hu, L. P. Qiao, J. M. Chen, X. N. Ye, X. Yang, T. T. Cheng, W. Fang, „Hygroscopicity of Inorganic Aerosols: Size and Relative Humidity Effects on the Growth Factor," *Aerosol Air Quality Research*, vol. 10, pp. 255-264, 2010.
- [80] R. C. Sullivan, M. J. K. Moore, M. D. Petters, S. M. Kreidenweis, S. M. Roberts, K. A. Prather, „Effect of chemical mixing state on the hygroscopicity and cloud nucleation properties of calcium mineral dust particles," *Atmospheric Chemistry and Physics*, 9, pp. 3303-3316, 2009.

- [81] E. Javaheri, F.M. Shemirani, M. Pichelin, I. M. Katz, G. Caillibotte, R. Vehring, W. H. Finlay, "Deposition modelling of hygroscopic saline aerosols in the human respiratory tract: Comparison between air and helium–oxygen as carrier gases," *Journal of Aerosol Science*, vol. 64, pp. 91-93, 2013.
- [82] J.P. Mitchell, "Particle size analysis of aerosols from medicinal inhalers," *Kona-Powder and Particle*, vol. 18, pp. 41-59, 2000.
- [83] J.P. Mitchell, M.W.Nagel, „Particle size analysis of aerosols from medicinal inhalers,” *Kona-Powder and Particle*, vol. 22, pp. 32-65, 2004.
- [84] G.V. Moscaliuc, C. Pascu, „Aparatul Salin-Un adjuvant important în tratamentul alergiilor căilor respiratorii superioare-studiu clinic,” *Revista de Medicină și Chirurgie*, Societatea Medicală Națională, Iași, vol. 107, no. 2, pp. 331-336, 2003.
- [85] G.V. Moscaliuc, R. Chiruță, C. Pascu, „Influența microclimatului realizat de aparatul Salin asupra rinopatiei alergice-studiu clinic efectuat pe un lot de 36 de pacienți, *Revista de Medicină și Chirurgie*, vol. 108, no. 1, pp. 299-302, 2004.
- [86] Mușat C.L., Pacuraru, A., Coman M., (2009), *Effort adaptation or sudden cardiac death?, Citius Altius Fortius*, Journal of Physical Education and Sport (JPES), 25, 4, pp. 71-75.
- [87] M. M. Skulimowski, „The microclimatic effect of the subterranean chambers of the Wieliczka Salt Mine in the treatment of bronchial asthma,” *Annals of Allergy*, vol. 26, no. 2, pp. 66-69, 1968.

ANEMIA FALCIFORMĂ ȘI COMPLICAȚIILE CLINICE

Gabriela DUMITRU^{1*}, Domnica TITIENI¹, Ion SANDU²,
Silvia DUMITRAȘCU³, Elena TODIRAȘCU-CIORNEA¹

¹ Universitatea Alexandru Ioan Cuza din Iași, Facultatea de Biologie,
Departamentul de Biologie, B-dul Carol I, Nr. 20 A, 700506, Iași, România

² Universitatea Alexandru Ioan Cuza din Iași, Blvd Carol I, Nr. 22, 70506 Iași România

³ Forumul Inventatorilor Romani, Str. Pinului, Nr. 10, 700109 Iași, România

⁴ Academia Oamenilor de Știință din România, Str. Ilfov nr. 3, sector 5,
050044 București, România

⁵ Școala Gimnazială Nr. 1 Râmnicelu, Str. Principală, 12750, jud. Buzău

*gabriela.dumitru@uaic.ro, 0232201522, 700506, Iași, Romania

Rezumat: *Siclemia (anemia falciformă) este o tulburare ereditară autosomal-recesivă și este considerată a fi cea mai frecventă afecțiune monogenică severă din lume. Organizația Națiunilor Unite (ONU) și Organizația Mondială a Sănătății (OMS) definesc aceste afecțiuni ereditare ca fiind o problemă majoră de sănătate globală deoarece sunt afectate foarte multe nașteri anual (aproximativ 250-300.000). Această afecțiune este asociată cu eritrocitele din sânge, implicând perturbarea biochimiei hemoglobinei deoarece este cauzată de o mutație punctuală cu o singură pereche de baze în gena β - globinei, rezultând astfel substituția aminoacidului valină cu acidul glutamic. Scopul acestei lucrări este de a analiza mecanismele care stau la baza anemiei falciforme, dar și complicațiile sistemice asociate acestei afecțiuni, evidențiind complexitatea biologică a acestei boli, dar și necesitatea unor programe de screening și diagnostic precoce.*

Cuvinte cheie: Anemia falciformă; Globule roșii; Patofiziologie; Complicații

Introducere și epidemiologie

Anemia falciformă a fost descrisă pentru prima dată în istorie, în anul 1904, de către cardiologul și profesorul de medicină din Chicago - James B. Herrick atunci când stagiarul său Ernest Edward Irons examina un frotiu de sânge provenit de la un student la stomatologie internat la Spitalul Prezbiterian din Chicago, pe frotiu descoperind globule roșii „ciudate, alungite și în formă de seceră sau falcă”.

În anul 1922, Vernon Mason a numit această afecțiune a globulelor roșii ca fiind drept „anemie falciformă”, iar ulterior, în anul 1949, *Pauling și colegii săi* au fost primii care au demonstrat că anemia falciformă apare ca urmare a unei anomalii a moleculei de hemoglobină [1].

În prezent, este bine cunoscut că procesul de falciformare constă în substituția unui singur nucleotid în codonul aminoacidului 6, responsabil de producerea de β -hemoglobină (adenină la timidină) [2]. La translație, aceasta duce la înlocuirea acidului glutamic cu valină, acidul glutamic fiind o moleculă polară, hidrofilă, în timp ce valina este nepolară și puternic hidrofobă [3].

Anemia falciformă este cea mai importantă hemoglobinopatie pe plan mondial în ceea ce privește frecvența sa și impactul social pe care îl are, fiind recunoscută ca o problemă de sănătate publică majoră la nivel global, potrivit unor date ale Organizației Mondiale a Sănătății https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/wha59/a59_9-en.pdf. Această patologie reprezintă de fapt o afecțiune monogenică, dar care este multisistemică, cu morbiditate și mortalitate foarte ridicate, predominând în zone extinse din Africa Subsahariană, Orientul Mijlociu, Asia de Sud, India, Caraibe. America Centrală, dar și America de Sud, precum și în unele țări aflate de-a lungul Mării Mediterane, Statele Unite și Europa [4, 5].

Studiile epidemiologice au adus în prim plan faptul că distribuția globală a anemiei falciforme este determinată de doi factori importanți și anume: selecția naturală și mișcările populației [5, 6]. Potrivit acestor

studii, anemia falciformă este frecventă în țările în curs de dezvoltare, iar în zonele tropicale unde malarია este endemică, siclemia afectează reproducerea și răspândirea unor specii precum *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium vivax*, *Plasmodium malariae*, dar și *Plasmodium ovale*. Relația geografică dintre frecvența anemiei falciforme și nivelul intensității transmiterii malariei, a fost investigată oficial în 2010, confirmându-se o relație puternică în Africa [7], așa cum reiese și din figura 1.

Deși există o gamă variată de alte polimorfisme, inclusiv HbC, HbE, talasemia, deficitul de glucozo-6-fosfat deshidrogenază, care s-au dovedit având rol de protecție împotriva malariei [8], un studiu multicentric realizat în 2014, bazat pe 12.000 de cazuri de malarie severă și peste 17.000 de controale, a confirmat nivelul unic de protecție oferit de mutația ce apare în anemia falciformă (HbAS) [9].

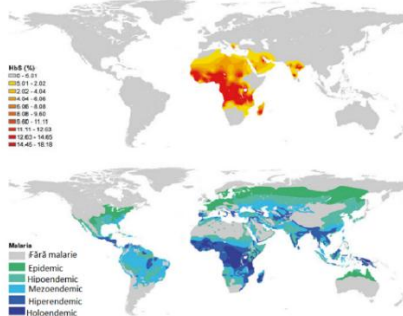


Fig. 1. Harta frecvenței alelelor HbAS și harta istorică a endemicității malariei (Lysenko și Semashko, 1968; Piel și colab., 2010) [7]

Distribuția istorică a mutației specifice anemiei falciforme a fost modelată de selecția naturală, contemporan această distribuție fiind determinată într-o mare măsură de mișcările populației și de migrările acestora [10]. Astfel, datele istorice arată faptul că între începutul secolului al XVI-lea și sfârșitul secolului XX, milioane de africani, majoritatea proveniți din Africa Centrală și Africa de Vest, au fost constrânși și forțați să migreze spre Caraibe, dar și pe Coasta de Est a Americilor din cauza comerțului cu sclavi care se practica în acele timpuri. Astfel, în urma acestui trafic de persoane provenite din zonele în care anemia falciformă

era frecventă către regiunile unde hemoglobinopatiile erau absente, a dus către un impact profund asupra persoanelor din America, și nu numai. Ca rezultat, frecvența mutației HbAS la persoanele afro-americane este de cele mai multe ori similară cu cea identificată în Africa, făcând ca anemia falciformă să fie, în Statele Unite, cea mai răspândită boală hematologică moștenită [11].

Ulterior, răspândirea suplimentară a anemiei falciforme s-a datorat procesului de globalizare [12], unele studii urmărind numărul migranților pe parcursul mai multor ani, pentru toate țările în raport cu frecvența scilemiei în țara natală a migranților [13]. În urma acestui studiu, s-a demonstrat că numărul migranților a crescut de la 92,6 milioane înregistrați în 1960 la 165,2 milioane în anul 2000, iar numărul persoanelor care posedă HbAS s-a dublat, de la aproximativ 1,6 milioane în 1960 la 5,46 milioane în 2000. Alte date publicate în anul 2023 au subliniat o tendință îngrijorătoare de creștere a anemiei falciforme la nivel mondial, în această perioadă și decesele provocate de această afecțiune crescând cu un procent îngrijorător de 43, 4% [14]. În mod special, s-a observat că incidența și prevalența siclemiei au crescut substanțial în Africa Subsahariană (Fig. 2), unde numărul de nașteri afectate a crescut, între aceiași ani cu 27,2%, estimându-se o rată de mortalitate extrem de înfricoșătoare, între 50% și 90% înainte de vârsta de 5 ani [15].



Fig. 2. Distribuția și frecvența contemporană a anemiei falciforme [16]

Complicații clinice

Anemia falciformă este o afecțiune complexă, multisistemică, caracterizată prin complicații acute și cronice (Fig. 3). Progresele de îngrijire medicală generală, diagnosticul precoce și tratamentul complet au dus la îmbunătățirea speranței de viață a persoanelor care suferă de anemie falciformă în țările cu venituri ridicate deoarece aproape toți pacienții supraviețuiesc peste vârsta de 18 ani [17-18]. Cu toate acestea, chiar și cu

cea mai bună îngrijire, speranța de viață este încă redusă cu aproximativ 30 de ani, îngrijirea de rutină și de urgență a persoanelor afectate de această anemie prezintă costuri financiare ridicate, iar calitatea vieții este adesea deteriorată în timpul vârstei adulte, iar efectele sociale și psihologice ale siclemiei asupra persoanelor afectate, cât și a celor din familiile acestora fiind subapreciate [19]. Din păcate, majoritatea acestor progrese nu au ajuns în țările cu venituri mici [20].

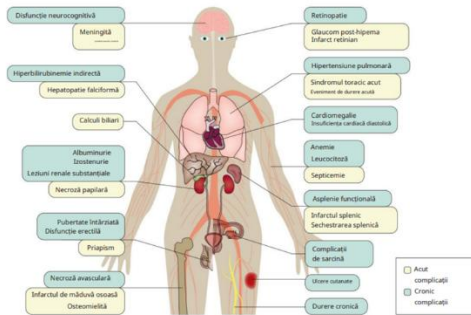


Fig. 3. Complicații clinice ale anemiei falciforme [6]

În Regatul Unit, în anul 2017, toți pacienții raportați la Registrul Național de Hemoglobinopatie aveau vârsta de peste 40 de ani. Pentru marea majoritate a pacienților născuți în Africa, un procent îngrijorător de până la 90% mor, de cele mai multe ori nediagnosticați, în primii 5 ani de viață [17].

Caracteristicile clinice încep odată cu scăderea hemoglobinei fetale, la mijlocul sau în a doua parte a primului an de viață, iar până la această perioadă anemia falciformă este practic asimptomatică [21, 22]. Mai târziu, pe parcursul vieții, o serie de factori intervin și pot modifica simptomatologia anemiei falciforme, iar printre manifestările comune ale bolii se numără anemia hemolitică și durerea cronică de intensitate redusă, în principal la nivelul oaselor și articulațiilor [23, 24].

Studiile de specialitate susțin că în siclemie, crizele vaso-ocluzive intermitente sunt frecvente, dar această tulburare este, de asemenea, asociată cu mai multe complicații, inclusiv cu sindromul mână-picior, sindromul toracic acut, sechestrarea splenică, pierderea vederii, retardul de

creștere, ulcere la nivelul gambei, tromboză venoasă profundă, infecții, leziuni ale diferitelor țesuturi și organe, cum ar fi ficatul și oasele ([25, 26, 27]. De asemenea, tulburările cardiace, renale, hepatice, calculii biliari, priapismul și, cel mai important, accidentul vascular cerebral, dar și alte complicații ale sistemului nervos central sunt frecvent întâlnite la pacienții cu anemie falciformă [28]. Conform aceluiași studiu [28], aproximativ 10% dintre copiii care suferă de siclemie pot avea un accident vascular cerebral asimptomatic. Accidentul vascular ischemic, tromboza sinovenoasă, leucocefalopatia posterioară și demielinizarea acută pot duce spre complicații suplimentare, inclusiv convulsii, probleme de învățare, dizabilități fizice sau chiar comă [29, 30]. Deși criza acută de durere este cel mai adesea gestionată acasă, aceasta este motivul pentru care pacienții care suferă de siclemie solicită asistență medicală și constituie cea mai frecventă cauză pentru vizitele în camera de gardă și spitalizare [31, 32]. Dactilita sau infarctul osos al degetelor, care duce la durere și umflarea degetelor de la mâini sau de la picioare, este adesea observată la sugari, iar vaso-ocluziile și infarctele recurente duc la necroza avasculară a oaselor și a suprafețelor articulare, în special a capetelor oaselor lungi [26]. Osteopenia și osteoporoza sunt și ele manifestări des întâlnite în anemia falciformă și pot provoca colaps vertebral și dureri cronice de spate [25]. Conform studiilor efectuate, s-a raportat că ratele tot mai crescute de infarct osos sunt influențate de nivelurile mai ridicate ale hematocritului și de prezența concomitentă a trăsăturii α -talasemiei [24].

Vaso-ocluzia și crizele vaso-ocluzive

Vaso-ocluzia (ocluzia vaselor de sânge) care conduce la ischemie, este fiziopatologia predominantă responsabilă pentru criza vaso-ocluzivă sistemică acută dureroasă, care necesită îngrijiri medicale de urgență pentru persoanele care suferă de anemie falciformă [33].

Conform literaturii de specialitate, aceste evenimente vaso-ocluzive, în cazul pacienților cu anemie falciformă, sunt responsabile pentru o mare parte din morbiditatea și mortalitatea asociate bolii, însă ele stau și la baza manifestărilor clinice incluzând crizele dureroase recurente, infarctul spinal, leziuni ale organelor precum și accidentul vascular

cerebral [3]. În mod tradițional, vaso-ocluzia a fost considerată sinonimă cu procesul de captare selectivă a celulelor rigide, în formă de seceră, în microvasculatură, dar și alți factori cum ar fi densitatea și adezivitatea eritrocitelor, joacă un rol esențial în acest proces. Au fost propuse diverse modele de vaso-ocluzie care iau în considerare acești factori, conform modelului în doi pași al lui *Kaul și colaboratorii* [34], aderența eritrocitelor falciforme deformabile fiind urmată de captarea selectivă a celulelor dense sau falciforme în venulele postcapilare cu diametrul mic, alternativ, aderența leucocitelor în venulele inflamate putând facilita captarea selectivă a eritrocitelor falciforme în aceleași regiuni microvasculare. Un model alternativ este propus de *Frenette* [35], în care vaso-ocluzia este mediată de o serie de evenimente celulare în mai multe etape (Fig. 4): activitatea celulelor endoteliale, aderența leucocitelor la endoteliu, interacțiunile eritrocitelor falciforme cu leucocitele aderente și nu în ultimul rând, blocarea progresivă.

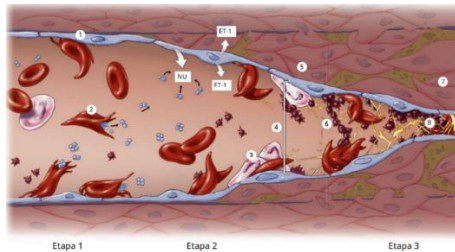


Fig. 4. Etapele vaso-ocluziei [36]

Literatura existentă a subliniat faptul că eritrocitele falciforme sunt extrem de proadezive [34]. O observație timpurie a fost aceea că adezivitatea eritrocitelor falciforme pentru endoteliu a fost puternic corelată cu severitatea clinică a bolii [37]. Această constatare i-a determinat pe cercetători să investigheze posibilele mecanisme de aderență anormală, cunoscându-se astăzi că eritrocitele falciforme participă la numeroase interacțiuni adezive celulă-celulă și celulă-proteină prin exprimarea anormală la suprafață a moleculelor de adeziune (Fig. 5).

Fosfatidilserina prezintă o expresie crescută în timpul crizelor, favorizând adeziunea de endoteliu prin intermediul receptorului specific

PSR, contribuind și la generarea de microparticule, care pot amplifica răspunsul inflamator [38, 39].

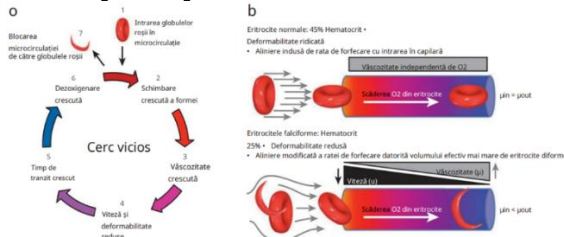


Fig. 5. Ciclul vicios care contribuie la vaso-ocluzie [3]

Oxidul nitric (NO) joacă un rol important în reglarea formării moleculelor de adeziune, afectând legarea intercelulară și contribuind la menținerea trombocitelor într-o stare stabilă. Fenomenul de falciformare a eritrocitelor duce la hemoliză, care crește nivelul hemoglobinei libere și, în cele din urmă, la captarea oxidului nitric ce favorizează aderența intercelulară și vaso-ocluzia (Fig. 6) [40].

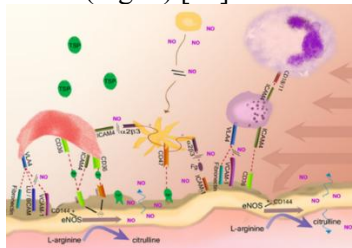


Fig. 6. Reprezentarea aderenței celulelor sanguine la endoteliu în siclemie [42]

Episoadele acute de durere reprezintă unul dintre principalele simptome ale anemiei falciforme [30, 43]. Frecvența crizelor de durere este variabilă de la persoană la persoană. Astfel, unele persoane pot avea până la șase sau chiar mai multe episoade vaso-ocluzive anual, în timp ce alte persoane au crizele de durere mult mai puțin frecvente sau chiar nu prezintă această complicație [44].

Frecvența crizelor de durere [45] are o corelație cu supraviețuirea pacienților care au vârsta de peste 20 de ani, astfel că cei care au avut rate

ridicate de episoade de durere au o probabilitate mai ridicată de a muri înaintea celor cu rate scăzute. Alți autori arată că există o varietate inter-individuală semnificativă în ceea ce privește tipul și combinația de durere, ca de exemplu unele persoane au episoade acute de durere însoțite de hemoliză sau alte manifestări active ale siclemiei [46]. Dacă aceste crize variază de la persoană la persoană, și utilizarea analgezicelor variază, de asemenea, în rândul pacienților.

În cazul morții subite, durerea a fost, în general, divizată în patru grupe cum ar fi: crize vaso-ocluzive dureroase, durere neuropatică, durere cronică cu sau fără o cauză identificabilă și durere cronică fără patologie evidentă [46]. Criza vaso-ocluzivă dureroasă este definită ca o apariție bruscă a durerii severe și continue, iar durerea poate apărea din mai multe cauze: polimerizarea hemoglobinei S, alterarea fluxului sanguin, creșterea tendinței eritrocitare pentru aderență, disfuncția endotelială, suprareglarea căii inflamatoriale, dar și alți factori [44]. Durerea apare din cauza stimulării fibrelor nervoase nociceptive cauzată de ocluzia microvasculară deoarece microcirculația este obstrucționată de eritrocite, restricționând astfel fluxul sanguin către organe, ceea ce conduce la: ischemie, edem, durere, necroză și leziuni ale organelor [47]. Sugarii își manifestă durerea nonverbal, cu iritabilitate și tendințe aparente de regresie, cum ar fi incapacitatea de a susține greutatea, de a merge sau de a se târî, însă cu înaintarea în vârstă, la copiii mai mari și la adulți, durerea vaso-ocluzivă poate afecta orice parte a corpului sau poate fi asociată cu alte complicații, ca de exemplu sindromul toracic acut [4].

Leziunile tisulare duc la eliberarea de mediatori inflamatori, macrofage, mastocite și trombocite, care activează nervii periferici aferenți și duc la durere nociceptivă [48]. În general, frecvența crizelor de durere care duc la spitalizare, crește odată cu înaintarea în vârstă [44].

Infecții

Anemia falciformă crește susceptibilitatea la infecții, existând o incidență ridicată a infecțiilor bacteriene, inclusiv pneumonie, infecții ale tractului urinar, osteomielită, meningită și septicemie în anemia falciformă [49]. Osteomielită și artrita septică, adesea cauzate de *Salmonella*,

Staphylococcus aureus și bacili enterici *Gram-negativi*, sunt relativ frecvente [44]. Baza patologică a susceptibilității infecțiilor la acești pacienți este complexă. Funcția splenică defectuoasă, opsonizarea defectuoasă, fixarea deficitară a complementului, capacitatea redusă de explozie oxidativă a neutrofilelor activate cronic, iar răspunsurile anticorpilor IgM și IgG disfuncționale se numără printre motivele mai frecvente pentru incidența crescută a infecțiilor [50].

Infecțiile respiratorii pot declanșa sindromul toracic acut în anemia falciformă, cu un risc crescut de deces [49]. Principalul agent patogen îngrijorător este *Streptococcus pneumoniae*, deși infecțiile severe și sistemice care apar cu *Haemophilus influenzae*, *Neisseria meningitidis* și *Salmonellae* duc la osteomielită din cauza ischemiei intestinale și a diseminării florei intestinale [51].

Complicații neurologice

Complicațiile neurologice ale anemiei falciforme includ infarcte cerebrale silențioase (39% la pacienții cu vârsta până în 18 ani), cefalee (atât acute, cât și cronice; cu un procent de 36% în rândul copiilor), accidente vasculare cerebrale ischemice sau hemoragice, hemoragie intracerebrală, inclusiv hemoragie subarahnoidiană și infarct cerebral [52].

O complicație majoră a anemiei falciforme este accidentul vascular cerebral, care este cauzat de stenoza și ocluzia vaselor mari de sânge [52]. Anemia provoacă creșterea vitezei fluxului de sânge cerebral, în timp ce eritrocitele falciforme și biodisponibilitatea redusă a oxidului nitric deteriorează endoteliul, provocând leziuni vasculare cerebrale [53]. Riscul unui accident vascular cerebral poate fi determinat prin utilizarea ecografiei Doppler transcraniane care va măsura creșterea vitezei fluxului sanguin în arterele carotide cerebrale medii și interne [36].

Anomaliile neurocognitive apar la pacienții cu anemie falciformă, cu boli cerebrovasculare și accident vascular cerebral [53]. Prevenirea timpurie a accidentului vascular cerebral este posibilă prin screening-ul copiilor utilizând ecografia Doppler transcraniană și transfuzia la persoanele cu risc crescut de a suferi un astfel de accident [54]. Accidentul vascular cerebral hemoragic este adesea cauzat de ruptura anevrismelor

care ar putea rezulta în urma unor leziuni vasculare, iar acestea tind să se întâmple mai târziu în viață, proliferarea vaselor mici și fragile de sânge întâlnită la pacienții cu anemie falciformă și cu leziuni stenotice, putând duce, de asemenea, la hemoragie cerebrală [53]. Accidentul vascular cerebral hemoragic este asociat unei rate a mortalității ce depășește 20% [44].

Afecțiuni pulmonare

a). Sindromul toracic acut este a doua complicație frecventă a anemiei falciforme, după criza dureroasă, reprezentând 25% din decesele pacienților cu anemie falciformă [55].

Acest sindrom este definit ca dezvoltarea unei noi radiodensități prezentă pe radiografia toracică și este însoțită de febră, dureri în piept și semne de compromis pulmonar cum ar fi tuse, dispnee și tahipnee [56]. De asemenea, sindromul toracic acut prezintă riscul de insuficiență respiratorie, dezvoltarea unor boli pulmonare cronice și cel mai grav, deces la pacienții cu siclemie. Patogeneza sindromului toracic acut nu este pe deplin înțeleasă, considerându-se că ocluzia vasculară pulmonară poate fi una dintre cauze [57]. Printre alți factori identificați în complicațiile pulmonare se numără embolia pulmonară (blocarea arterelor pulmonare), narcoza opioidă (inconștiență profundă indusă), supraîncărcarea cu fluide, hipoventilația, însă și infecțiile pot avea, de asemenea, rol în dezvoltarea acestui sindrom toracic [55].

Printre principalele simptome prezente în sindromul toracic acut fac parte febra, tusea, durerea toracică, dispneea, tahipneea, tahicardia, respirația șuierătoare, rețracția intercostală, dilatarea nazală, durerea scheletică, hipoxia și hemoptizia, boala manifestându-se ca o combinație a acestor simptome [58].

Investigațiile de laborator necesare în detectarea și tratarea sindromului toracic acut includ radiografia, tomografia computerizată de înaltă rezoluție a toracelui, hemoleucograma completă, biochimie, hemocultură și cultură nazală, studii bacteriene și virale, măsurători ale gazelor sanguine și lavaj bronhoalveolar, în cazul în care este necesar [44].

Tratamentul anemiei falciforme se bazează, în cea mai bună parte, pe simptomele și complicațiile asociate, de aceea include adesea

administrarea de fluide și electroliți, oxigen, antibiotice, dar și transfuzii regulate pentru a reduce nivelurile de HbS, precum și terapie respiratorie sau ventilație, dacă este cazul [59].

b). Hipertensiunea pulmonară este o complicație din ce în ce mai recunoscută a anemiei falciforme [60, 61].

Deși această afecțiune se consideră inclusă printre complicațiile pacienților mai în vârstă, din păcate aceasta este observată și la copiii, precum și la pacienții cu HbSC [62, 63].

Complicații cardiovasculare

Complicațiile cardiace sunt frecvente în cazul morții subite cardiace și pot cauza morbiditate și mortalitate semnificative [44]. Anemia cronică are ca rezultat creșterea debitului cardiac, o creștere minimă a frecvenței cardiace, precum și creșterea volumului ventriculului stâng, cu dilatarea semnificativă a acestuia și, în cele din urmă, dezvoltarea hipertrofiei excentrice și a miofibrelor, conducând la creșterea masei și alungirea ventriculului stâng, precum și disfuncție diastolică [64]. Inima este de obicei mărită, pericardul este hiperactiv, la majoritatea pacienților se găsesc sufluri sistolice, iar contracțiile premature sunt adesea prezente. Infarctul miocardic adevărat este rareori raportat, iar atunci când este, ocluzia arterei coronare este mai puțin prezentă, sugerând că boala vaselor mici este responsabilă [53], moartea subită, neașteptată și inexplicabilă fiind frecventă la adulții cu anemie falciformă [65].

Complicații hepatobiliare

Siclemia poate afecta orice parte a corpului și pune în dificultate diagnosticul, și prin urmare, tratamentul corect. Unul dintre sistemele frecvent afectate este sistemul hepatobiliar, care poate fi afectat direct prin procesul de falciforme, fie indirect ca urmare a hemolizei cronice și a transfuziilor multiple de sânge [66].

a). Colelitiiza reprezintă și ea una dintre complicațiile frecvent întâlnite (Fig. 7) și asociată anemiei falciforme. Formarea de calculi biliari pigmentați la pacienții cu siclemie este rezultatul producției excesive

de bilirubină cauzată de hemoliza eritrocitară. Prevalența raportată a calculilor biliari la pacienții cu siclemie variază în funcție de vârstă, sex și de metodele de detectare utilizate. Incidența crește odată cu vârsta și este direct legată de rata de hemoliză [66, 67].

În tratarea colelitiizei la pacienții cu anemie falciformă se recomandă colecistectomia. În era chirurgiei minim invazive, colecistectomia laparoscopică este considerată procedura de elecție [66]. Acest lucru este valabil mai ales pentru pacienții cu anemie falciformă, unde s-a dovedit a fi fezabilă, benefică și sigură, având și avantajul că nu există o plagă abdominală mare. Pe lângă timpul de spitalizare scurt, durerea postoperatorie este mult mai redusă, iar acest lucru permite recuperarea mult mai ușoară și nu vor apărea probleme respiratorii, ceea ce se poate dovedi benefic în reducerea incidenței sindromului toracic acut postoperator [66].

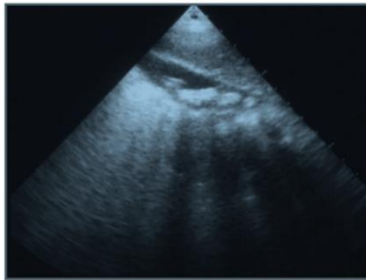


Fig. 7. Ecografie abdominală care indică calculi biliari multipli [66]

b). Coledocolitiiza este o altă complicație relativ frecventă a siclemiei și este, de obicei, secundară colelitiizei, dar există și coledocolitiize primare [68]. În populația generală cu colelitiiază, incidența calculilor coledocieni a fost raportată ca fiind de 10-15% [66]. La pacienții cu siclemie, frecvența calculilor la nivelul canalului coledoc este de 18-30% [68]. Ca urmare a acestei incidențe ridicate a coledocolitiizei, se recomandă colangiografia intraoperatorie de rutină pentru cei supuși colecistectomiei [66].

c). Nămolul biliar este un amestec de bilirubinat de calciu, cristale de colesterol și mucină. Acest nămol poate fi observat în vezica biliară sau

în canalele biliare, straturile intraluminale aflându-se în partea dependentă a vezicii biliare (Fig. 8) [66].

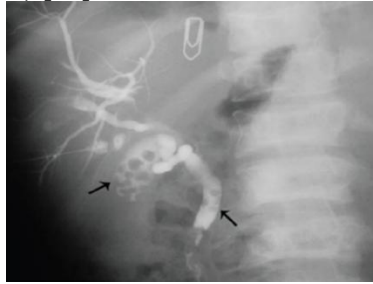


Fig. 8. Colangiografie percutanată care prezintă calculi biliari și calculi ai canalului biliar comun [66]

d). Colangiopatia cu celule falciforme se observă la pacienții care prezintă icter colestatic și care la ecografie se remarcă ca o dilatare a căilor biliare fără o cauză obstructivă, însă această afecțiune nu este foarte detaliată în asociere cu anemia falciformă [69]. Într-un studiu realizat în 2009, s-au evaluat 224 de pacienți cu anemie falciformă care au efectuat o colangiopancreatografie retrogradă endoscopică în investigarea icterului colestatic, iar 50 dintre aceștia, adică 24,6%, au prezentat dilatarea căilor biliare fără a se cunoaște o cauză obstructivă [66]. Nu se cunoaște cu exactitate motivul acestei dilatări, însă este de remarcat faptul că niciunul dintre acești pacienți nu au suferit anterior colelitiază sau coledocolitiază. În urma acestui studiu, s-a considerat că ar fi o formă de colangiopatie, adică o consecință a falciformizării arterelor terminale ale arborelui arterial biliar, care conduce la hipoxie și dilatare [66]. Căile biliare sunt vascularizate prin arterele hepatice, iar leziunile ischemice ale căilor biliare pot apărea atunci când aceste vase sunt lezate sau ocluzate. Acest lucru va duce în cele din urmă la ischemia căilor biliare, iar efectul depinde de amploarea și viteza procesului ocluziv. La pacienții cu anemie falciformă se consideră că ocluzia, care de obicei nu este completă, este a plexului vascular peribiliar și este rezultatul falciformizării în aceste canale vasculare [66]. Acest lucru va duce în final la hipoxia căilor biliare, conducând la dilatarea acestora mai degrabă, decât la ischemie și formarea de stricturi.

e). Hepatopatia cu celule falciforme - una dintre manifestările comune ale siclemiei este icterul, care poate fi cauzat de o varietate de boli hepatobiliare, inclusiv icterul colestatic [70]. Există însă anumite cauze ale icterului colestatic care sunt legate de anemia falciformă, iar una dintre acestea este falciformarea intrahepatică a eritrocitelor [71]. Aceasta poate duce către coleastă și către un tablou clinic care poate semăna cu obstrucția extrahepatică a căilor biliare, ceea ce cauzează dileme în diagnostic și în terapie [66].

Falciforma intrahepatică produce o serie de semne și simptome și, deși sunt împărțite în sindroame clinice distincte, există totuși o suprapunere între ele, iar efectul general se numește hepatopatie cu celule falciforme [71]. Recunoașterea timpurie a acestor sindroame, diagnosticul și tratamentul prompt sunt importante pentru obținerea unui rezultat favorabil. Scopul ar trebui să fie diagnosticarea și tratamentul precoce pentru a preveni astfel leziunile hepatice ireversibile, iar pentru stabilirea diagnosticului ar trebui utilizate toate mijloacele posibile, inclusiv constatările de laborator, investigațiile radiologice și biopsia hepatică [66].

f). Criza hepatică acută cu celule falciforme - etiologia acesteia nu este încă pe deplin cunoscută. Se consideră că această criză rezultă din stagnarea globulelor roșii falciforme în sinusoidale hepatice, conducând la scăderea circulației prin sinusoidale hepatice [70]. Incidența crizei hepatice acute raportată la pacienții cu siclemie este de aproximativ 10% [71]. Tabloul clinic al crizei hepatice acute este variabil în funcție de severitate, dar majoritatea pacienților prezintă dureri în cadranul superior drept, febră ușoară, greață, icter acut și hepatomegalie sensibilă [67].

g). Criza de sechestrare hepatică prezintă o frecvență mai redusă în rândul pacienților, însă aceasta este cauzată de obstrucția fluxului sanguin din sinusoidale hepatice de către globulele roșii falciforme, conducând la compresia căilor biliare [70]. În urma compresiei biliare, sângele se va acumula în ficat, ceea ce va duce la mărirea acută a ficatului. Vasculatura pulmonară și splina sunt două situsuri obișnuite, adesea, de sechestrare masivă a globulelor roșii la pacienții cu siclemie [71]. Această criză hepatică este adesea asociată cu o scădere rapidă a nivelului de hemoglobină și hematocrit, precum și cu o creștere a numărului de

reticulocite și a nivelului de bilirubină, iar enzimele hepatice sunt doar ușor crescute. [72]

h). Colestaza intrahepatică cu celule falciforme este o complicație rară, dar din păcate, una gravă și uneori fatală pentru persoane care suferă de siclemie [70]. Această colestază intrahepatică este rezultatul unei falciformizări extinse în sinusoidale hepatice, care provoacă stază vasculară, ischemie și hipoxie locală, iar aceasta din urmă duce la balonarea hepatocitelor și la colestază intracanaliculară [71]. Manifestările clinice includ durere în cadranul superior drept sau durere epigastrică, debut acut de hepatomegalie, greață și vărsături, febră, creșterea moderată a transaminazelor, hiperbilirubinemie extremă, leucocitoză, coagulopatie și insuficiență hepatică acută [67]. S-a observat, de asemenea, creșterea ureei și a creatininei din sânge, caracteristicile colestazei intrahepatice cu celule falciforme fiind reprezentate de un nivel de bilirubină serică extrem de ridicat [73]. Tabloul clinic poate fi similar cu alte complicații hepatobiliare acute ale morții subite ale anemiei falciforme, iar diagnosticul colestazei intrahepatice cu celule falciforme este stabilit prin caracteristicile hepatomegaliei, hiperbilirubinemiei extreme, coagulopatiei, serologiei virale hepatice negative și ecografiei hepatobiliare normale [67].

i). Hepatita virală este adesea clinic imposibil de distins de boala hepatică cu celule falciforme, însă prevalența hepatitei virale cronice la pacienții cu siclemie este mult mai mare în comparație cu populația generală [71]. Această afecțiune, la pacienții cu siclemie, se caracterizează prin stări generale de rău, icter, febră ușoară, hepatomegalie sensibilă, transaminaze și bilirubină crescute. Infecția cu virusul hepatitei A poate fi o cauză frecventă a hepatitei acute în zonele endemice și poate duce la insuficiență hepatică la acești pacienți [67]. Într-un studiu mai recent, efectuat pe 141 de pacienți cu anemie falciformă de la Institutul de Genetică Clinică din Ghana s-a arătat că 12 (adică 9%) din cei 141 de pacienți au fost testați pozitivi pentru anticorpii anti-HCV [74].

Complicații splenice

Splina este unul dintre cele mai frecvente și timpurii organe afectate în anemia falciformă. Aceasta este, de obicei, mărită în primul

deceniu de viață, dar apoi suferă o atrofie progresivă ca urmare a atacurilor repetate de vaso-ocluzie și infarct (Fig. 9), ceea ce duce la autosplenectomie [75]. Totuși, acest lucru nu este întotdeauna valabil, uneori splenomegalia poate persista la o grupă de vârstă mai înaintată sau chiar la vârsta adultă, necesitând splenectomie din diverse motive, cum ar fi criza acută de sechestrare splenică, hipersplenism, infarct splenic masiv și abces splenic [76]. Complicațiile splenice ale anemiei falciforme sunt asociate cu o morbiditate crescută și, la unele persoane, pot duce la mortalitate, însă pentru a evita acest lucru, splenectomia este o parte esențială a tratamentului lor. Splenectomia, evident, nu vindecă siclemia, dar este valoroasă, și pentru unii pacienți poate fi o parte importantă a tratamentului lor [75].

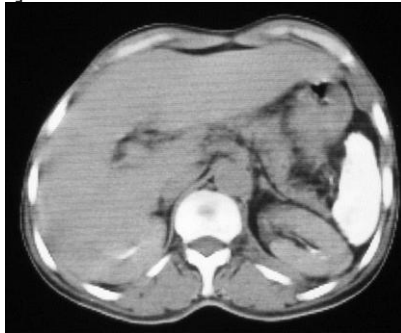


Fig. 9. Tomografie computerizată abdominală care prezintă o splină de dimensiune mică, atrofiată și calcificată - autosplenectomie [75]

a) Criza de sechestrare splenică este o complicație gravă a anemiei falciforme și este considerată ca fiind a doua cauză principală de deces, după infecție, în primii 10 ani de viață. Funcția principală a splinei este de a îndepărta globulele roșii bătrâne sau defecte, inclusiv eritrocitele falciforme, rezultând o hemoliză suplimentară [77]. Fluxul sanguin prin splină este, astfel, lent, reducând nivelul oxigenului și crescând polimerizarea hemoglobinei S [49]. Din cauza capilarelor foarte înguste din patul vascular splenic, apare o hipoxie suplimentară odată cu polimerizarea eritrocitelor și prinderea celulelor sanguine afectate, ducând la un ciclu de hipoxie, polimerizare a eritrocitelor și la un flux sanguin

redus, în cele din urmă determinând mărirea splinei [49]. Din motive inexplicabile, acest lucru se produce brusc, cu acumularea de sânge în patul vascular, rezultând șoc și insuficiență circulatorie [44]. Creșterea rapidă a dimensiunii splinei poate duce la distensie abdominală, slăbiciune bruscă, sete crescută și tahicardie [49]. Criza de sechestrare splenică este o urgență deoarece, dacă nu este tratată la timp, poate duce la șoc hipovolemic și deces în cele din urmă, din cauza insuficienței circulatorii [78].

Persoanele cu sechestrare splenică care supraviețuiesc primului atac au tendință de a avea episoade recurente până la vârsta de 6 ani sau mai mult, când apare fibroza splinei, ceea ce limitează activitatea acesteia [67].

b). Infarctul splenic este frecvent întâlnit în rândul pacienților cu anemie falciformă, mai ales cele de tip secundar - figura 10. Cu toate acestea, infarctele splenice secundare apar devreme și sunt adesea mici, insesizabile și repetitive, conducând până la atrofie, iar în cele din urmă duc la autosplenectomie [75].

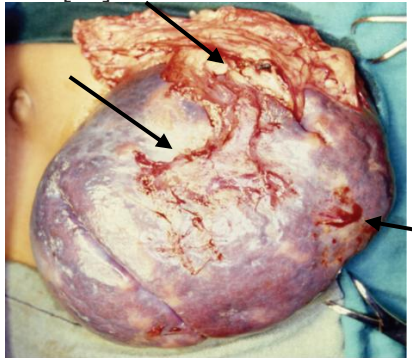


Fig. 10. Etapă intraoperatorie care prezintă o splină mărită cu multiple infarcte mici, secundare [75]

Infarctul splenic masiv, definit arbitrar ca infarct ce implică mai mult de 50% din dimensiunea splinei, este aproape necunoscut la adulții cu anemie falciformă, dar există raportări de infarcte splenice masive la pacienții cu siclemie observate, în special, în asociere cu starea de stres sau în urma călătoriilor aeriene [79]. Astfel, au fost raportate infarcte splenice

masive în splina de dimensiuni normale în urma expunerii la hipoxie în timpul zborurilor la mare altitudine cu avioane nepresurizate sau în timpul alpinismului [80]. Apneea de somn cu hipoxie însoțitoare a fost, de asemenea, implicată ca o posibilă cauză în unele infarcte splenice în cazul anemiei falciforme fără factor precipitant aparent [79].

În urma unui studiu efectuat pe 173 de copii cu diverse complicații splenice asociate anemiei falciforme [75], doar 3 dintre aceștia, cu vârste de 8, 10 și 14 ani, au prezentat infarct splenic masiv (figura 11 - se poate observa o zonă hipodensă de formă triunghiulară ce nu captează contrastul, indicând astfel infarctul splenic masiv).

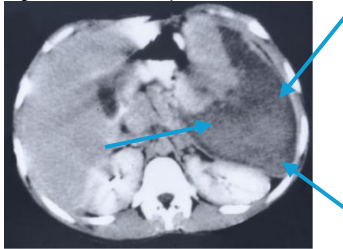


Fig. 11. Tomografie computerizată abdominală care prezintă un infarct splenic masiv la un copil cu anemie falciformă [75]

Acești 3 copii au prezentat splenomegalie, dar nu a existat niciun factor evident pentru producerea infarctului, dar stresul sub forma unei crize vaso-ocluzive generalizate ar fi putut juca un rol important în producerea acestuia.

Complicații genito-urinare

Pacienții cu anemie falciformă pot prezenta o gamă largă de disfuncții renale [81]. Hipoxia relativă în medulara renală și scăderea fluxului sanguin pot duce la formarea eritrocitelor drepanocitare, provocând ocluzie venoasă și infarct [44]. Manifestările nefropatiei cu celule falciforme pot include afectarea capacității de concentrare a urinei, un anumit grad de hipofosfatemie și creșterea clearance-ului creatininei, precum și afectarea acidificării urinare și a excreției de potasiu [44]. Hematuria, proteinuria, tulburările tubulare și boala renală cronică sunt, de

asemenea, întâlnite la pacienții cu anemie falciformă [82]. Glomerulopatia începe foarte devreme în viață, dar prevalența tot mai mare a insuficienței renale este o caracteristică a unei populații îmbătrânite de pacienți cu anemie falciformă [53].

Priapismul poate fi o complicație foarte dureroasă și gravă a anemiei falciforme, și poate apărea la 40% dintre bărbații cu anemie falciformă [83]. Atacurile recurente de priapism pot dura câteva ore, cu disconfort tolerabil, și pot fi autolimitate, iar aceste episoade au fost denumite priapism cu bălbâială și au, de obicei, un debut nocturn [53]. Episoadele majore de priapism apar adesea după un istoric de atacuri ușoare și pot dura zile întregi fiind extrem de dureroase, terminându-se cu impotență [53]. Priapismul este un exemplu notabil de vasculopatie falciformă asociată hemolizei, iar pacienții au, de asemenea, o incidență mai mare de accident vascular cerebral, hipertensiune pulmonară, insuficiență renală și ulcer la nivelul gambei, decât persoanele fără priapism [63]. Tratatamentul conservator include analgezice, hidratare, aspirația și irigarea tractului urinar [53].

Complicații osoase

Osteonecroza articulațiilor șoldului și umărului afectează aproximativ jumătate dintre toți pacienții cu anemie falciformă și boala HbSC, și este una dintre așa-numitele fenotipuri vaso-ocluzive asociate vâscozității. Debutul său este insidios, dar progresiv, iar majoritatea pacienților cu boală în stadiu incipient vor progresa până la colapsul capului femural în decurs de aproximativ 2 ani [53]. De obicei, se prezintă cu durere în jurul articulației afectate, uneori cu spasm al mușchilor din jur, dar poate fi detectată foarte devreme în evoluție sa prin RMN, în timp ce doar stadiile avansate sunt vizibile la radiografie [84].

Screening, diagnostic și prevenție

Anemia falciformă poate fi prevenită prenatal, diagnosticată în uter sau în perioada neonatală prin screening, însă poate fi detectată și în orice moment al vieții [85]. Pentru managementul prenatal, diagnosticul

preembrionar al anemiei falciforme se poate realiza prin testarea ovocitelor pentru alela maternă de anemie falciformă, prin analiza PCR a primului și a celui de-al doilea corp polar și selecția ovocitelor fără mutații detectate prin analiza corpurilor polari [86].

Diagnosticul preimplantațional al anemiei falciforme la embrionii cu 8 celule ai părinților heterozigoți poate fi efectuat, fiind selectați doar cei fără siclemie [44]. Eliminarea embrionilor care se dovedesc anormali în timpul diagnosticului genetic preimplantațional poate fi inacceptabilă pentru unui părinte, din punct de vedere etic, iar în aceste cazuri, tehnica de diagnostic preembrionar elimină selecția postembrionară a unui făt normal în fertilizarea *in vitro* [44].

ADN-ul fetal este prezent în plasma sanguină în timpul sarcinii și poate fi utilizat pentru diagnosticul prenatal neinvaziv, astfel că detectarea mutațiilor fetale moștenite patern se poate face în plasma maternă [44]. Tehnica de numărare a moleculelor individuale permit analizarea dozei de mutații a fătului, cu această tehnică fiind posibilă diagnosticul prenatal neinvaziv al mai multor hemoglobinopatii [87]. Diagnosticul prenatal poate fi efectuat de la 8 până la 12 săptămâni de gestație pentru a putea obține probe de ADN din virusul corionic, însă ADN-ul poate fi, de asemenea, obținut prin prelevarea de celule din lichidul amniotic, în săptămâna 16 de sarcină [49].

Screening-ul neonatal la naștere este utilizat pentru a detecta anemia falciformă, înainte de apariția oricăror simptome, iar asta s-a dovedit a fi eficientă în reducerea numărului de decese [44]. Deși există două tipuri de programe, și anume un program selectiv care visează părinții cu risc crescut, și un screening universal, acesta din urmă este preferabil, și în general mai rentabil [88]. Screening-ul selectiv este utilizat în anumite zone din Franța, Spania și India [89, 90], unde rezidenții vizați se numără printre persoanele cu risc ridicat sau cazurile pot fi limitate la nou-născuții ai căror părinți provin din regiuni endemice pentru anemie falciformă. Programele de screening universal, care utilizează predominant cromatografia de lichide de înaltă performanță și focalizarea izoelectrică cu confirmare prin analiza ADN-ului, sunt în vigoare în Statele Unite începând chiar cu anul 1975, iar în statul New York din 1972 [44]. Mai multă țări cum ar fi Brazilia [91], Anglia [92], Italia [93] și Germania [94]

au implementat, de asemenea, screening-ul sistemic pentru anemia falciformă. În zonele în care anemia falciformă este cea mai răspândită, cum sunt zonele din Africa Subsahariană, programele de screening sunt, în general, la scară mică sau pilot sau chiar încă lipsesc [44].

În prezent, mijloacele utilizate clinic pentru diagnosticarea anemiei falciforme se bazează pe tabloul clinic al bolii, inclusiv anemia hemolitică cronică, crizele vaso-ocluzive, precum și testele de laborator. Electroforeza hemoglobinei este utilizată pentru a confirma diagnosticul de anemie falciformă homozigotă și pentru a exclude alte tulburări ale hemoglobinei, iar pe lângă acestea sunt disponibile și teste genetice moleculare mai detaliate [44].

Concluzii

Referitor la aspectele prezentate se desprind două concluzii:

➤ Fiziopatologia siclemiei se centrează pe transformarea eritrocitelor biconcave în celule rigide, în formă caracteristică de seceră sau falcă și care își pierd flexibilitatea de a trece prin capilarele sanguine. Astfel, fiziopatologia anemiei falciforme implică un cerc vicios al hipoxiei, inflamației cronice și hemolizei, urmate de o serie de complicații multisistemice, precum crizele vaso-ocluzive, accidentele vasculare cerebrale, afectarea renală, pulmonară sau cardiopatiile ischemice.

➤ Înțelegerea aprofundată a fiziopatologiei anemiei falciforme a permis dezvoltarea unor abordări terapeutice țintite, precum inhibitori ai polimerizării hemoglobinei S, terapii antiinflamatorii, agenți antiaderenți și, mai recent, se discută din ce în ce mai mult de terapiile genetice care par promițătoare. Dar chiar și așa, anemia falciformă este încă privită ca o afecțiune majoră, mai ales în regiunile endemice, datele din literatură subliniind astfel necesitatea continuării cercetărilor cu privire la această afecțiune, precum și importanța implementării programelor de screening în zonele afectate.

Referințe bibliografice

- [1]. L. Pauling, H.A. Itano, S.J. Singer and I.C. Wells, Sickle cell anemia a molecular disease. *Science*, 110(2865), 1949, pp. 543-548, DOI: [10.1126/science.110.2865.543](https://doi.org/10.1126/science.110.2865.543)
- [2]. R. L. Nagel and M. H. Steinberg, „Genetics of the β S gene: origins, epidemiology, and epistasis in sickle cell anemia”, *Disorders of Hemoglobin: Genetics, Pathophysiology, and Clinical Management*, 2001, pp. 711-755.
- [3]. G. A. Barabino, M. O. Platt, and D. K. Kaul, „Sickle cell biomechanics”, *Annual review of biomedical engineering*, 12, 2010, pp. 345-367, DOI: [10.1146/annurev-bioeng-070909-105339](https://doi.org/10.1146/annurev-bioeng-070909-105339)
- [4]. F. B. Piel, M. H. Steinberg, and D. C. Rees, „Sickle Cell Disease”, *New England Journal of Medicine*, 376(16), 2017, pp. 1561-1573, DOI: [10.1056/nejmra1510865](https://doi.org/10.1056/nejmra1510865)
- [5]. E. Sparkenbaugh and R. Pawlinski, „Prothrombotic aspects of sickle cell disease”, *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, 15(7), 2017, pp. 1307-1316, DOI: [10.1111/jth.13717](https://doi.org/10.1111/jth.13717)
- [6]. G. J. Kato, F. B. Piel, C. D. Reid, M. H. Gaston, K. Ohene-Frempong, L. Krishnamurti, W. R. Smith, J. A. Panepinto, D. J. Weatherall, and F. F. Costa, „Sickle cell disease”, *Nature Reviews Disease Primers*, 4(1), 2018, Article number 18010, DOI: [10.1038/nrdp.2018.10](https://doi.org/10.1038/nrdp.2018.10)
- [7]. F. B. Piel, A. Patil, and R. Howes, „Global distribution of the sickle cell gene and geographical confirmation of the malaria hypothesis”, *Nature communications*, 1(1), 2010, Article number 104, DOI: [10.1038/ncomms1104](https://doi.org/10.1038/ncomms1104)
- [8]. D. P. Kwiatkowski, „How malaria has affected the human genome and what human genetics can teach us about malaria”, *The American Journal of Human Genetics*, 77(2), 2005, pp. 171-192.
- [9]. K. A. Rockett and G. M. Clarke, C. Hubbart, „Reappraisal of known malaria resistance loci in a large multicenter study”, *Nature Genetics*, 46(11), 2014, pp. 1197-1204, DOI: [10.1038/ng.3107](https://doi.org/10.1038/ng.3107)
- [10]. F. B. Piel and T. N. Williams, „Sickle Cell Anemia: History and Epidemiology”, *Springer International Publishing*, 2016, pp. 23-47, DOI: [10.1007/978-3-319-06713-1_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-06713-1_2)

- [11]. D. C. Brousseau, J. A. Panepinto, M. Nimmer, and R. G. Hoffmann, „The number of people with sickle-cell disease in the United States: national and state estimates”, *American Journal of Hematology*, 85(1), 2010, pp. 77-78, DOI: [10.1002/ajh.21570](https://doi.org/10.1002/ajh.21570)
- [12]. M. Angastiniotis, J. L. Vives-Corrons, E. S. Soteriades, and A. Eleftheriou, „The impact of migrations on the health services for rare diseases in Europe: the example of haemoglobin disorders”, *The Scientific World Journal*, 2013(1), 2013, Article number 727905, DOI: [10.1155/2013/727905](https://doi.org/10.1155/2013/727905)
- [13]. F. B. Piel, A. J. Tatem, Z. Huang, S. Gupta, T. N. Williams, and D. J. Weatherall, „Global migration and the changing distribution of sickle haemoglobin: a quantitative study of temporal trends between 1960 and 2000”, *Lancet Glob Health*, 2(2), 2014, pp. 80-89.
- [14]. A. M. Thomson, T. A. McHugh, A. P. Oron, C. Teply, N. Lonberg, V. Vilchis Tella, T. A. Wilner, K. Fuller, H. Hagins, R. G. Aboagye, M. B. Aboye, E. Abu-Gharbieh, A. Abu-Zaid, I. Y. Addo, B. O. Ahinkorah, A. Ahmad, S. A. S. AlRyalat, H. Amu, A. Y. Aravkin, J. Arulappan, M. M. W. Atout, A. D. Badiye, S. Bagherieh, M. Banach, M. Banakar, M. Bardhan, A. Barrow, D. A. Bedane, I. M. Bensenor, A. S. Bhagavathula, P. Bhardwaj, P. V. Bhardwaj, A. N. Bhat, Z. A. Bhutta, M. M. Bilalaga, J. D. Bishai, S. Bitaraf, A. Boloor, M. H. Butt, V. K. Chattu, D. T. Chu, O. Dadras, X. Dai, B. Danaei, A. K. Dang, F. W. Demisse, M. Dhimal, D. Diaz, S. Djalalinia, D. Dongarwar, M. Elhadi, M. A. Elmonem, C. I. Esezobor, F. Etaee, O. Eyawo, A. F. Fagbamigbe, A. Fatehizadeh, L. M. Force, W. M. Gardner, K. Ghaffari, P. S. Gill, M. Golechha, P. Goleij, V. K. Gupta, H. Hasani, T. S. Hassan, M. B. Hassen, S. E. Ibitoye, A. I. Ikiroma, C. C. D. Iwu, P. B. James, S. Jayaram, R. Jebai, R. P. Jha, N. Joseph, F. Kalantar, H. Kandel, I. M. Karaye, W. D. Kassahun, I. A. Khan, S. Khanmohammadi, A. Kisa, F. Kompani, K. Krishan, I. Landires, S. Lim, P. B. Mahajan, S. Mahjoub, A. Majeed, B. P. Marasini, H. A. Meresa, T. Mestrovic, S. Minhas, A. Misganaw, A. H. Mokdad, L. Monasta, G. Mustafa, T. S. Nair, S. Narasimha Swamy, H. Nassereldine, Z. S. Natto, M. Naveed, B. P. Nayak, J. J. Noubiap, T. Noyes, C. A. Nri-ezedi, V. E. Nwatah, C. I. Nzopotam, O. J.

- Nzopotam, O. C. Okonji, A. O. Onikan, M. O. Owolabi, J. Patel, S. Pati, S. Pawar, L. P. Petcu, F. B. Piel, I. Qattea, M. Rahimi, M. Rahman, S. Rawaf, E. M. M. Redwan, N. Rezaei, B. Saddik, U. Saeed, F. Saheb Sharif-Askari, A. M. Samy, A. E. Schumacher, E. Shaker, A. Shetty, M. M. Sibhat, J. A. Singh, M. Suleman, D. R. Sunuwar, M. D. Szeto, J. J. L. T. Tamuzi, N. Y. Tat, B. T. Taye, M. H. Temsah, M. Umair, S. Valadan Tahbaz, C. Wang, N. D. Wickramasinghe, A. Yigit, Yunusa, B. A. Zaman, M. Zangiabadian, P. Zheng, S. I. Hay, M. Naghavi, C. J. L. Murray, and N. J. Kassebaum, „Global, regional, and national prevalence and mortality burden of sickle cell disease, 2000–2021: a systematic analysis from the Global Burden of Disease Study 2021”, *Lancet Haematology*, 10(8), 2023, pp. e585-e599, DOI: [10.1016/s2352-3026\(23\)00118-7](https://doi.org/10.1016/s2352-3026(23)00118-7)
- [15]. S. D. Grosse, I. Odame, H. K. Atrash, D. D. Amendah, F. B. Piel, and T. N. Williams, „Sickle cell disease in Africa: a neglected cause of early childhood mortality”, *American Journal of Preventive Medicine*, 41(6), 2011, pp. 398-405, DOI: [10.1016/j.amepre.2011.09.013](https://doi.org/10.1016/j.amepre.2011.09.013)
- [16]. F.B. Piel, A.P. Patil, and R.E. Howes, „Global epidemiology of sickle haemoglobin in neonates: a contemporary geostatistical model-based map and population estimates”, *Lancet*, 381(9861), 2013, pp. 142-151.
- [17]. C. T. Quinn, Z. R. Rogers, T. L. McCavit, G. R. Buchanan, F. B. Piel, and T. N. Williams, „Improved survival of children and adolescents with sickle cell disease”, *Blood*, 115, 2010, pp. 3447-3452.
- [18]. K. Gardner, A. Douiri, E. Drasar, M. Allman, A. Mwirigi, M. Awogbade, and S. L. Thein, „Survival in adults with sickle cell disease in a high-income setting”, *Blood*, 128(10), 2016, pp. 1436-1438, DOI: [10.1182/blood-2016-05-716910](https://doi.org/10.1182/blood-2016-05-716910)
- [19]. K. A. Anie, „Psychological complications in sickle cell disease”, *British Journal of Haematology*, 129(6), 2005, pp. 723-729, DOI: [10.1111/j.1365-2141.2005.05500.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2141.2005.05500.x)
- [20]. D. J. Weatherall and J. B. Clegg, „The Thalassaemia Syndromes” 4th ed., Blackwell Science, 2001.
- [21]. I. Akinsheye, A. Alsultan, N. Solovie, D. Ngo, C. T. Baldwin, P. Sebastiani, D. H. Chui, and M. H. Steinberg, „Fetal hemoglobin in

- sickle cell anemia”, *Blood*, 118, 2011, pp. 19-27, DOI: [10.1182/blood-2011-03-325258](https://doi.org/10.1182/blood-2011-03-325258)
- [22]. P. Bhatnagar, S. Purvis, E. Barron-Casella, M. R. DeBaun, J. F. Casella, D. E. Arking, and J. R. Keefer, „Genome-wide association study identifies genetic variants influencing F-cell levels in sickle-cell patients”, *Journal of Human Genetics*, 56(4), 2011, pp. 316-323, DOI: [10.1038/jhg.2011.12](https://doi.org/10.1038/jhg.2011.12)
- [23]. J. Hora and, N. Lemer, „Prediction of adverse outcomes in children with sickle cell disease”, *New England Journal of Medicine*, 42(21), 2000, pp. 1612-1613, DOI: [10.1056/NEJM200005253422114](https://doi.org/10.1056/NEJM200005253422114).
- [24]. A. Adekile, R. Gupta, F. Yacoub, T. Sinan, M. Al-Bloushi and M. Haider, „Avascular Necrosis of the Hip in Children with Sickle Cell Disease and High HbF: Magnetic Resonance Imaging Findings and Influence of α -Thalassemia Trait”, *Acta Haematol*, 105, 2001, pp. 27-31, DOI: [10.1159/000046529](https://doi.org/10.1159/000046529)
- [25]. A. Almeida and I. Roberts, „Bone involvement in sickle cell disease”, *British Journal of Haematology*, 129(4), 2005, pp. 482-490, DOI: [10.1111/j.1365-2141.2005.05476.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2141.2005.05476.x)
- [26]. K. M. Mahadeo, S. Oyeku, B. Taragin, S. N. Rajpathak, K. Moody, R. Santizo, and M. C. Driscoll, „Increased prevalence of osteonecrosis of the femoral head in children and adolescents with sickle-cell disease”, *American Journal of Hematology*, 86(9), 2011, pp. 806-808, DOI: [10.1002/ajh.22103](https://doi.org/10.1002/ajh.22103)
- [27]. A. A. Tantawy, S. W. Ibrahim, T. T. Abdel-Aziz, A. N. Rabie, S. M. Makkeyah, and I. A. Ragab, „Inner Ear Complications in Children and „Adolescents with Sickle Cell Disease”, *Hemoglobin*, 44, 2020, pp. 411-417, DOI: [10.1080/03630269.2020.1837863](https://doi.org/10.1080/03630269.2020.1837863)
- [28]. F. J. Kirkham and M. R. DeBaun, „Stroke in children with sickle cell disease”, *Current treatment options in Neurology*, 6(5), 2004, pp. 357-375, DOI: [10.1007/s11940-996-0028-4](https://doi.org/10.1007/s11940-996-0028-4)
- [29]. D. S. Darbari and S. K. Ballas, „Thinking beyond sickling to better understand pain in sickle cell disease”, *European Journal of Haematology*, 93(2), 2014, pp. 89-95, DOI: [10.1111/ejh.12340](https://doi.org/10.1111/ejh.12340)
- [30]. S. F. M. Gualandro, G. H. H. Fonseca, I. K. Yokomizo, D. M. Gualandro, and L. M. Sukanuma, „Cohort study of adult patients with

- haemoglobin SC disease: Clinical characteristics and predictors of mortality”, *British Journal of Haematology*, 171(4), 2015, pp. 631-637, DOI: [10.1111/bjh.13625](https://doi.org/10.1111/bjh.13625)
- [31]. P. Tanabe, J. W. Hafner, Z. Martinovich, and N. Artz, „Adult Emergency Department Patients with Sickle Cell Pain Crisis: Results From a Quality Improvement Learning Collaborative Model to Improve Analgesic Management”, *Academic Emergency Medicine*, 19(4), 2012, pp. 430-438, DOI: [10.1111/j.1553-2712.2012.01330.x](https://doi.org/10.1111/j.1553-2712.2012.01330.x)
- [32]. S. N. Uwaezuoke, A. C. Ayuk, I. K. Ndu, C. I. Eneh, N. R. Mbanefo, and O. U. Ezenwosu, „Vaso-occlusive crisis in sickle cell disease: current paradigm on pain management”, *Journal of Pain Research*, 11, 2018, pp. 3141-3150, DOI: [10.2147/JPR.S185582](https://doi.org/10.2147/JPR.S185582)
- [33]. D. Manwani and P. S. Frenette, „Vaso-occlusion in sickle cell disease: pathophysiology and novel targeted therapies”, *Blood*, 122(24), 2013, pp. 3892-3898, DOI: doi.org/10.1182/blood-2013-05-498311
- [34]. D. K. Kaul, E. Finnegan, and G. A. Barabino, „Sickle red cell-endothelium interactions, *Microcirculation*”, 16(1), 2009, pp. 97-111, DOI: [10.1080/10739680802279394](https://doi.org/10.1080/10739680802279394)
- [35]. P. S. Frenette, „Sickle cell vaso-occlusion: multistep and multicellular paradigm”, *Current Opinion in Hematology*, 9, 2002, pp. 101-106.
- [36]. J. A. Switzer, D. C. Hess, F. T. Nichols, and R. J. Adams, „Pathophysiology and treatment of stroke in sickle-cell disease: present and future”, *The Lancet. Neurology*, 5(6), 2006, pp. 501-512, DOI: [10.1016/S1474-4422\(06\)70469-0](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(06)70469-0)
- [37]. R. P. Hebbel, „Adhesive interactions of sickle erythrocytes with endothelium”, *The Journal of Clinical Investigation*, 99(11), 1997, pp. 2561-2564.
- [38]. D. Zhang, C. Xu, D. Manwani, and P. S. Frenette, „Neutrophils, platelets, and inflammatory pathways at the nexus of sickle cell disease pathophysiology”, *Blood*, 127(7), 2016, pp. 801-809, DOI: [10.1182/blood-2015-09-618538](https://doi.org/10.1182/blood-2015-09-618538)
- [39]. G. J. Kato, M. H. Steinberg, and M. T. Gladwin, „Intravascular hemolysis and the pathophysiology of sickle cell disease”, *The Journal*

- of Clinical Investigation, 127(3), 2017, pp. 750-760, DOI: [10.1172/JCI89741](https://doi.org/10.1172/JCI89741)
- [40]. P. S. Frenette and G. F. Atweh, „Adhesion molecules and sickle cell disease”, *Journal of Clinical Investigation*, 103(11), 1999, pp. 1447-1448.
- [41]. O. S. Platt, D. J. Brambilla, W. F. Rosse, P. F. Milner, O. Castro, M. H. Steinberg, and P. P. Klug, „Mortality in sickle cell disease. Life expectancy and risk factors for early death”, *New England Journal of Medicine*, 330(23), 1994, pp. 1639-1644, DOI: [10.1056/NEJM199406093302303](https://doi.org/10.1056/NEJM199406093302303)
- [42]. A. Piccin, C. Murphy, E. Eakins, M.B. Rondinelli, M. Daves, C. Vecchiato, D. Wolf, C. Mc Mahon, and O.P. Smith, „Insight into the complex pathophysiology of sickle cell anaemia and possible treatment”, *European Journal of Haematology*, 102(4), 2019, pp. 319-330, DOI: [10.1111/ejh.13212](https://doi.org/10.1111/ejh.13212)
- [43]. D. S. Darbari, V. A. Sheehan, and S. K. Ballas, „The vaso-occlusive pain crisis in sickle cell disease: Definition, pathophysiology, and management”, *European Journal of Haematology*, 105(3), 2020, pp. 237-246, DOI: [10.1111/ejh.13430](https://doi.org/10.1111/ejh.13430)
- [44]. C. K. Tebbi, „Sickle Cell Disease, a Review”, *Hemato*, 3(2), 2022, pp. 341-366, DOI: [10.3390/hemato3020024](https://doi.org/10.3390/hemato3020024)
- [45]. O. S. Platt, B. D. Thorington, D. J. Brambilla, P. F. Milner, W. F. Rosse, E. Vichinsky, and T. R. Kinney, Pain in sickle cell disease. Rates and risk factors, *New England Journal of Medicine*, 325, 1991, pp. 11-16, DOI: [10.1056/NEJM199107043250103](https://doi.org/10.1056/NEJM199107043250103)
- [46]. K. Ballas and K. Gupta, P. Adams-Graves, Sickle cell pain: A critical reappraisal, *Blood*, 120, 2012, pp. 3647-3656, DOI: [10.1182/blood-2012-04-383430](https://doi.org/10.1182/blood-2012-04-383430)
- [47]. M. De Montalembert, „Management of children with sickle cell anemia: A collaborative work”, *Archives de pediatrie: organe officiel de la Societe francaise de pediatrie*, 9(11), 2002, pp. 1195-1201, DOI: [10.1016/s0929-693x\(02\)00083-0](https://doi.org/10.1016/s0929-693x(02)00083-0)
- [48]. D. S. Darbari, O. Onyekwere, M. Nourai, C. P. Minniti, L. Luchtman-Jones, S. Rana, C. Sable, G. Ensing, N. Dham, A. Campbell, M. Arteta, M. T. Gladwin, O. Castro, J. G. Taylor, G. J.

- Kato, and V. Gordeuk, „Markers of severe vaso-occlusive painful episode frequency in children and adolescents with sickle cell anemia”, *The Journal of Pediatrics*, 160(2), 2012, pp. 286-290, DOI: [10.1016/j.jpeds.2011.07.018](https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2011.07.018)
- [49]. B. P. D. Inusa, L. L. Hsu, N. Kohli, A. Patel, K. Ominu-Evbota, K. A. Anie, and W. Atoyebi, „Sickle Cell Disease-Genetics, Pathophysiology, Clinical Presentation and Treatment”, *International Journal of Neonatal Screening*, 5(2), 2019, 20, DOI: [10.3390/ijns5020020](https://doi.org/10.3390/ijns5020020)
- [50]. S. K. Obaro and P. Y. Iroh Tam, „Preventing Infections in Sickle Cell Disease: The Unfinished Business”, *Pediatric blood & cancer*, 63(5), 2016, pp. 781-785, DOI: [10.1002/pbc.25911](https://doi.org/10.1002/pbc.25911)
- [51]. B. J. Morrissey, T. P. Bycroft, O. Almossawi, O. B. Wilkey, and J. G. Daniels, „Incidence and Predictors of Bacterial infection in Febrile Children with Sickle Cell Disease”, *Hemoglobin*, 39(5), 2015, pp. 316-319, DOI: [10.3109/03630269.2015.1065419](https://doi.org/10.3109/03630269.2015.1065419).
- [52]. M. R. DeBaun and F. J. Kirkham, „Central nervous system complications and management in sickle cell disease”, *Blood*, 127(7), 2016, pp. 829-838, DOI: [10.1182/blood-2015-09-618579](https://doi.org/10.1182/blood-2015-09-618579)
- [53]. M. H. Steinberg, „Sickle cell anemia, the first molecular disease: overview of molecular etiology, pathophysiology, and therapeutic approaches”, *The Scientific World Journal*, 8, 2008, pp. 1295-1324, DOI: [10.1100/tsw.2008.157](https://doi.org/10.1100/tsw.2008.157)
- [54]. M. R. De Baun, M. Gordon, R. C. McKinstry, M. J. Noetzel, D. A. White, S. A. Sarnaik, E. R. Meier, T. H. Howard, S. Majumdar, B. P. Inusa, P. T. Telfer, M. Kirby-Allen, T. L. McCavit, A. Kamdem, G. Airewele, G. M. Woods, B. Berman, J. A. Panepinto, B. R. Fuh, J. L. Kwiatkowski, and J. F. Casella, „Controlled trial of transfusions for silent cerebral infarcts in sickle cell anemia”, *The New England journal of medicine*, 371(8), 2014, pp. 699-710, DOI: [10.1056/NEJMoa1401731](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1401731)
- [55]. E. Nur, A. E. Gaartman, C. F. J. van Tuijn, M. W. Tang, and B. J. Biemond, „Vaso-occlusive crisis and acute chest syndrome in sickle cell disease due to 2019 novel coronavirus disease (COVID-19)”,

- American Journal of Hematology, 95(6), 2020, pp. 725-726, DOI: [10.1002/ajh.25821](https://doi.org/10.1002/ajh.25821)
- [56]. G. J. Lonergan, D. B. Cline, L. Susan, and M. D. Abbondanzo, „Sickle Cell Anemia”, *Radiographics*, 21(4), 2001, pp. 971-994.
- [57]. S. Chaturvedi, D. L. Ghafari, J. Glassberg, A. A. Kassim, M. Rodeghier, and M. R. DeBaun, „Rapidly progressive acute chest syndrome in individuals with sickle cell anemia: a distinct acute chest syndrome phenotype”, *American Journal of Hematology*, 91(12), 2016, pp. 1185-1190, DOI: [10.1002/ajh.24539](https://doi.org/10.1002/ajh.24539)
- [58]. E. P. Vichinsky, L. D. Neumayr, A. N. Earles, R. O. W. Illiams, E. T. Lennette, D. E. D. Ean, B. R. N. Ickerson, E. U. O. Rringer, V. I. M. C. K. Ie, and R. I. B. Ellevue, „Causes and Outcomes of the Acute Chest Syndrome in Sickle Cell Disease”, *New England Journal of Medicine*, 342(25), 2000, pp. 1855-1865, DOI: [10.1056/NEJM200006223422502](https://doi.org/10.1056/NEJM200006223422502)
- [59]. J. Howard, N. Hart, M. Roberts-Harewood, M. Cummins, M. Awogbade, and B. Davis, BCSH „Committee: Guideline on the management of acute chest syndrome in sickle cell disease”, *British Journal of Haematology*, 169(4), 2015, pp. 492-505, DOI: [10.1111/bjh.13348](https://doi.org/10.1111/bjh.13348)
- [60]. E. S. Klings, B. D. Anton, D. Rosenman, S. Princeton, A. Odhiambo, G. Li, S. A. Bernard, M. H. Steinberg, and H. W. Farber, „Pulmonary arterial hypertension and left-sided heart disease in sickle cell disease: clinical characteristics and association with soluble adhesion molecule expression”, *American Journal of Hematology*, 83(7), 2008, pp. 547-553, DOI: [10.1002/ajh.21187](https://doi.org/10.1002/ajh.21187)
- [61]. D. C. Rees, T. N. Williams, and M. T. Gladwin, „Anemia falciformă”, *Lancet*, 376, 2010, pp. 2018-2031, DOI: [10.1016/S0140](https://doi.org/10.1016/S0140)
- [62]. G. J. Kato, O. C. Onyekwere, and M. T. Gladwin, „Pulmonary hypertension in sickle cell disease: relevance to children”, *Pediatric Hematology and Oncology*, 24(3), 2007, pp. 159-170.
- [63]. J. G. Taylor, V. G. Nolan, L. Mendelsohn, G. J. Kato, M. T. Gladwin, and M. H. Steinberg, „Chronic hyper-hemolysis in sickle cell anemia: association of vascular complications and mortality with less frequent

- vasoocclusive pain”, PloS one, 3(5), 2008, pp. 20-95, DOI: [10.1371/journal.pone.0002095](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0002095)
- [64]. V. Sachdev, D. R. Rosing, and S. L. Thein, Cardiovascular complications of sickle cell disease, Trends in Cardiovascular Medicine, 31(3), 2020, pp. 187-193, DOI: [10.1016/j.tcm.2020.02.002](https://doi.org/10.1016/j.tcm.2020.02.002)
- [65]. M. C. Johnson, F. J. Kirkham, S. Redline, C. L. Rosen, Y. Yan, I. Roberts, J. Gruenwald, J. Marek, and M. R. DeBaun, „Left ventricular hypertrophy and diastolic dysfunction in children with sickle cell disease are related to asleep and waking oxygen desaturation”, Blood, 116(1), 2010, pp. 16-21, DOI: [10.1182/blood-2009-06-227447](https://doi.org/10.1182/blood-2009-06-227447)
- [66]. H. Issa, A. Al-Haddad, and A. Al-Salem, „Sickle cell cholangiopathy: an endoscopic retrograde cholangiopancreatography evaluation”, World Journal of Gastroenterology, 15(42), 2009, pp. 5316-5320, DOI: [10.3748/wjg.15.5316](https://doi.org/10.3748/wjg.15.5316)
- [67]. S. Ahmed, R. K. Shahid, and L. A. Russo, „Unusual causes of abdominal pain: sickle cell anemia, Best practice & research”, Clinical Gastroenterology, 19(2), 2005, pp. 297-310, DOI: [10.1016/j.bpg.2004.11.007](https://doi.org/10.1016/j.bpg.2004.11.007)
- [68]. P. Vicari, M. V. Gil, R. deC. Cavalheiro, and M. S. Figueiredo, Multiple primary choledocholithiasis in sickle cell disease, Internal medicine (Tokyo, Japan), 47(24), 2008, pp. 2169-2170, DOI: [10.2169/internalmedicine.47.1326](https://doi.org/10.2169/internalmedicine.47.1326)
- [69]. M. Ahmed, M. Dick, G. Mieli-Vergani, P. Harrison, J. Karani, and A. Dhawan, „Ischaemic cholangiopathy and sickle cell disease”, European Journal of Pediatrics, 165(2), 2006, pp. 112-113, DOI: [10.1007/s00431-005-0005-z](https://doi.org/10.1007/s00431-005-0005-z)
- [70]. N. Koullapis, I. G. Kouroupi, and S. P. Dourakis, „Hepatobiliary manifestations of sickle cell disease”, Haema, 8(3), 2005, pp. 393-404.
- [71]. S. Banerjee, C. Owen, and S. Chopra, Sickle cell hepatopathy, Hepatology (Baltimore, Md.), 33(5), 2001, pp. 1021-1028, DOI: [10.1053/jhep.2001.24114](https://doi.org/10.1053/jhep.2001.24114)
- [72]. C. Q. Edwards, „Anemia and the liver. Hepatobiliary manifestations of anemia”, Clinics in Liver Disease, 6(4), 2002, pp. 891-898, DOI: [10.1016/s1089-3261\(02\)00050-8](https://doi.org/10.1016/s1089-3261(02)00050-8)

- [73]. M. R. Jeng, M. D. Rieman, P. E. Naidu, S. C. Kaste, J. J. Jenkins, G. Serjeant, and W. C. Wang, „Resolution of chronic hepatic sequestration in a patient with homozygous sickle cell disease receiving hydroxyurea”, *Journal of Pediatric Hematology/Oncology*, 25(3), 2003, pp. 257-260, DOI: [10.1097/00043426-200303000-00015](https://doi.org/10.1097/00043426-200303000-00015)
- [74]. G. Mawuli, B. Dzudzor, K. Tachi, A. A. B. Kuma, J. Odame-Aboagye, B. M. Obeng, A. T. Boateng, E. P. Edu-Quansah, K. O. Attiku, E. Agbosu, A. Arjarquah, and J. H. K. Bonney, „Hepatitis C virus (HCV) infection among patients with sickle cell disease at the Korle-Bu teaching hospital”, *Virology Journal*, 19(1), 2022, 73, DOI: [10.1186/s12985-022-01797-z](https://doi.org/10.1186/s12985-022-01797-z)
- [75]. A. H. Al-Salem, „Splenic complications of sickle cell anemia and the role of splenectomy”, *International Scholarly Research Notices*, 2011(1), 2011, Article number 864257 DOI: [10.5402/2011/864257](https://doi.org/10.5402/2011/864257)
- [76]. H. E. Rice, B. R. Englum, J. Rothman, S. Leonard, A. Reiter, C. Thornburg, M. Brindle, N. Wright, M. M. Heeney, C. Smithers, R. L. Brown, T. Kalfa, J. C. Langer, M. Cada, K. T. Oldham, J. P. Scott, S. St Peter, M. Sharma, A. M. Davidoff, and K. Nottage, „Splenectomy in Congenital Hemolytic Anemia (SICHA) Consortium, Clinical outcomes of splenectomy in children: report of the splenectomy in congenital hemolytic anemia registry”, *American Journal of Hematology*, 90(3), 2015, pp. 187-192, DOI: [10.1002/ajh.23888](https://doi.org/10.1002/ajh.23888)
- [77]. P. V. Rezende, M. B. Viana, M. Murao, A. C. Chaves, and A. C. Ribeiro, „Acute splenic sequestration in a cohort of children with sickle cell anemia”, *Journal de pediatria*, 85(2), 2009, pp. 163-169, DOI: [10.2223/JPED.1885](https://doi.org/10.2223/JPED.1885)
- [78]. A. N. Araujo, „Acute splenic sequestration in children with sickle cell anemia”, *Journal de pediatria*, 85(4), 2009, pp. 373-374, DOI: [10.2223/JPED.1920](https://doi.org/10.2223/JPED.1920)
- [79]. J. M. Jefferson, W. M. Sims, N. Umeh, Y. J. J. Byeon, K. E. Abdallah, V. L. Bonham, R. P. Naik, and K. Smith-Whitley, „Splenic infarction in sickle cell trait: A comprehensive systematic review of case studies”, *EJHaem*, 2(3), 2021, pp. 585-600, DOI: [10.1002/jha2.248](https://doi.org/10.1002/jha2.248)
- [80]. S. Moideen, P. Manoj, S. Hameed, A. Khader, and N. Uvais, „Splenic infarction due to sickle cell trait while visiting a hill station”, *The*

- Ulutas Medical Journal, 5(1), 2019, pp. 103-106, DOI: [10.5455/umj.20191111060811](https://doi.org/10.5455/umj.20191111060811)
- [81]. S. Baddam, I. Aban, L. Hilliard, T. Howard, D. Askenazi, and J. D. Lebensburger, „Acute kidney injury during a pediatric sickle cell vaso-occlusive pain crisis”, *Pediatric nephrology (Berlin, Germany)*, 32(8), 2017, pp. 1451-1456, DOI: [10.1007/s00467-017-3623-6](https://doi.org/10.1007/s00467-017-3623-6)
- [82]. P. T. Pham, P. C. Pham, A. H. Wilkinson, and S. Q. Lew, „Renal abnormalities in sickle cell disease”, *Kidney International*, 57(1), 2000, DOI: [10.1046/j.1523-1755.2000.00806.x](https://doi.org/10.1046/j.1523-1755.2000.00806.x)
- [83]. U. A. Anele, A. L. Burnett, „Erectile dysfunction after sickle cell disease-associated recurrent ischemic priapism: profile and risk factors”, *The Journal of Sexual Medicine*, 12(3), 2015, pp. 713-719, DOI: [10.1111/jsm.12816](https://doi.org/10.1111/jsm.12816)
- [84]. K. O. Frempong and M. H. Steinberg, „Clinical aspects of sickle cell anemia in adults and children”, *Disorders of Hemoglobin 1, Genetics, Pathophysiology, and Clinical Management*, Cambridge University Press, 2001.
- [85]. P. T. McGann, B. A. Schaefer, M. Paniagua, T. A. Howard, and R. E. Ware, „Characteristics of a rapid, point-of-care lateral flow immunoassay for the diagnosis of sickle cell disease”, *American Journal of Hematology*, 91(2), 2016, pp. 205-210, DOI: [10.1002/ajh.24232](https://doi.org/10.1002/ajh.24232)
- [86]. A. Kuliev, S. Rechitsky, O. Verlinsky, C. Strom, and Y. Verlinsky, „Pre-embryonic diagnosis for sickle cell disease”, *Molecular and Cellular Endocrinology*, 183, 2001, pp. 19-22.
- [87]. Y. M. Lo and R. W. Chiu, „Noninvasive approaches to prenatal diagnosis of hemoglobinopathies using fetal DNA in maternal plasma”, *Hematology/oncology clinics of North America*, 24(6), 2010, pp. 1179-1186, DOI: [10.1016/j.hoc.2010.08.007](https://doi.org/10.1016/j.hoc.2010.08.007)
- [88]. R. K. Basran, M. Patterson, L. Walker, L. M. Nakamura, B. Eng, D. H. Chui, and J. S. Wayne, „Prenatal diagnosis of hemoglobinopathies in Ontario, Canada”, *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1054, 2005, pp. 507-510, DOI: [10.1196/annals.1345.052](https://doi.org/10.1196/annals.1345.052)

- [89]. M. Mañú-Pereira and J. L. Corrons, „Neonatal haemoglobinopathy screening in Spain”, *Journal of Clinical Pathology*, 62(1), 2009, pp. 22-25, DOI: [10.1136/jcp.2008.058834](https://doi.org/10.1136/jcp.2008.058834)
- [90]. R. B. Colah, M. B. Mukherjee, S. Martin and K. Ghosh, „Sickle cell disease in tribal populations in India”, *The Indian Journal of Medical Research*, 141(5), 2015, pp. 509-515, DOI: [10.4103/0971-5916.159492](https://doi.org/10.4103/0971-5916.159492)
- [91]. S. Brandelise, V. Pinheiro, C. S. Gabetta, I. Hambleton and B. Serjeant, „Newborn screening for sickle cell disease in Brazil: The Campinas experience”, *Clinical & Laboratory Haematology*, 26(1), 2004, pp. 15-19, DOI: [10.1111/j.0141-9854.2003.00576.x](https://doi.org/10.1111/j.0141-9854.2003.00576.x)
- [92]. A. Streetly, R. Latinovic and J. Henthorn, „Positive screening and carrier results for the England-wide universal newborn sickle cell screening programme by ethnicity and area for 2005-2007”, *Journal of Clinical Pathology*, 63, 2010, pp. 626-629, DOI: [10.1136/jcp.2010.077560](https://doi.org/10.1136/jcp.2010.077560)
- [93]. R. Colombatti, S. Perrotta, P. Samperi, M. Casale, N. Masera, G. Palazzi, L. Sainati, and G. Russo, „Italian Association of Pediatric Hematology-Oncology (AIEOP) Sickle Cell Disease Working Group, Organizing national responses for rare blood disorders: the Italian experience with sickle cell disease in childhood”, *Orphanet Journal of Rare Diseases*, 8, 2013, 169, DOI: [10.1186/1750-1172-8-169](https://doi.org/10.1186/1750-1172-8-169)
- [94]. J. B. Kunz, S. Awad, M. Happich, L. Muckenthaler, M. Lindner, G. Gramer, J. G. Okun, G. F. Hoffmann, T. Bruckner, M. U. Muckenthaler, and A. E. Kulozik, „Significant prevalence of sickle cell disease in Southwest Germany: results from a birth cohort study indicate the necessity for newborn screening”, *Annals of Hematology*, 95(3), 2016, pp. 397-402, DOI: [10.1007/s00277-015-2573-y](https://doi.org/10.1007/s00277-015-2573-y)

INVESTIGAȚII HEMATOLOGICE ȘI BIOCHIMICE ÎN BOALA ALZHEIMER

Andrada-Maria TANASĂ^{1*}, Gabriela DUMITRU¹,
Silvia DUMITRAȘCU², Elena TODIRAȘCU-CIORNEA¹

¹ Universitatea Alexandru Ioan Cuza din Iași, Facultatea de Biologie, Departamentul de Biologie, B-dul Carol I, Nr. 20 A, 700506, Iași, România

² Școala Gimnazială Nr. 1 Râmnicelu, Str. Principală, 12750, jud. Buzău

*gabriela.dumitru@uaic.ro, 0232201522, 700506, Iași, Romania

Rezumat: *Una dintre cele mai comune forme de demență este boala Alzheimer, aceasta fiind recunoscută de mai bine de un secol. Acest tip de neuropatologie debutează prin tulburări de memorie iar caracteristicile neuropatologice sunt reprezentate de plăci amiloide extracelulare difuze ce sunt localizate la nivel cerebral, fiind adesea înconjurate de ghemurile neurofibrilare. Pentru această afecțiune neurodegenerativă progresivă ce se caracterizează în principal prin afectarea memoriei și declin cognitiv, nu există un tratament curativ în prezent dar, metodele de investigare au devenit esențiale în procesul de diagnosticare precoce și monitorizare a bolii. Prezența ghemurilor neurofibrilare și a plăcilor de amiloid, este scoasă în evidență prin metode de imagistică și analize biochimice, iar biomarkerii prezenți în lichidul cefalorahidian și sânge au devenit instrumente promițătoare în procesul de diagnosticare a neuropatologiei Alzheimer încă din stadiile incipiente. Lucrarea de față evidențiază atât modificările hematologice, cât și cele biochimice întâlnite la pacienții diagnosticați cu boala Alzheimer, subliniind principalii factori de risc și de protecție asociați cu această neuropatologie.*

Cuvinte cheie: *Boala Alzheimer; Declin cognitiv; Ghemuri neurofibrilare; Plăci de amiloid*

Introducere

Caracterul degenerativ neurologic reprezintă principala amprentă a patologiei Alzheimer. Capacitatea pacientului de a desfășura diferite tipuri de activități zilnice este afectată de caracterul progresiv al bolii ce se manifestă prin deteriorarea în mod treptat a funcțiilor cognitive. Inițial, simptomele își fac apariția lent, nu oferă manifestări clinice clare, dar devin tot mai evidente odată cu trecerea timpului și automat cu evoluția bolii. Principalele manifestări clinice cuprind diferite tulburări precum cele de memorie, de orientare în spațiu, de vorbire și de comportament [1]. În anul 1906 Alois Alzheimer a descris pentru prima dată această boală neurodegenerativă, prin intermediul cazului Auguste D., în vârstă de 50 de ani ce prezenta diferite simptome precum paranoia, tulburări de memorie, confuzie, insomnii și comportament agresiv. După decesul pacientei, A. Alzheimer a realizat o autopsie în urma căreia a descoperit plăci senile și ghemuri neurofibrilare la nivel cerebral, leziuni caracteristice ale acestei patologii [2].

În contextul fenomenului de îmbătrânire demografică la nivel mondial, numărul persoanelor ce sunt predispuse riscului de a dezvolta această neuropatologie este în creștere, mai ales în segmentul populației cu o vârstă avansată [3]. Din punct de vedere al factorilor de risc, Comisia Lancet a estimat că în medie, aproximativ 35% dintre cazurile de demență cumulează nouă tipuri de factori determinanți patologici ce au un caracter potențial modificabil. Acești factori predispozanți ar fi: vârsta înaintată, diabetul, fumatul, izolarea socială, inactivitatea fizică, obezitatea, hipertensiunea arterială la o vârstă medie, depresie la o vârstă înaintată, dar și o atitudine educațională scăzută [4]. Factorii de risc cardiometabolici precum hipertensiunea arterială, diabetul, hipercolesterolemia, obezitatea și sindromul metabolic cresc probabilitatea de declin cognitiv și demență, în special când vorbim de vârsta mijlocie. Diabetul zaharat crește riscul de

demență de 1,5-2 ori, putând să ducă atât la Alzheimer, cât și la demența vasculară, cunoscut fiind faptul că nivelurile ridicate de glicemie sunt corelate cu atrofierea hipocampului și disfuncții ale insulinei în creier. Hipertensiunea arterială este un factor de risc major, crescând riscul de demență cu 1,5 ori mai ales la vârsta mijlocie. Fumatul este asociat cu un risc crescut de Alzheimer și demență vasculară, dar efectele pot varia în funcție de alți factori genetici și de mediu [5].

În contextul creșterii incidenței bolii Alzheimer, dar și a altor forme de demență în rândul populației globale, metodele de prevenție a demenței au devenit una dintre prioritățile cercetării medicale. Strategiile de prevenire se concentrează pe identificarea și gestionarea factorilor de risc modificabili, cum ar fi: stilul de viață, dieta și sănătatea cardiovasculară dar și adoptarea unei diete de tip mediteraneean, bogată în acizi grași polinesaturați, vitamine (B₆, B₁₂, C, E) și antioxidanți, a fost asociată cu un risc redus de dezvoltare a demenței cu până la 30% [6].

Datorită tendinței de natură ascendentă a incidenței bolii se impune identificarea unor metode care să nu fie doar precise ci și minim invazive, de aceea monitorizarea parametrilor hematologici și biochimici în contextul acestei boli ne poate oferi o imagine de ansamblu asupra echilibrului fiziologic al pacientului. Pornind de la aceste premise, lucrarea de față analizează variațiile unor indicatori hematologici și biochimici la un lot de subiecți diagnosticați cu boala Alzheimer.

Materiale și metode de studiu

În acest studiu s-au luat în considerare un număr de 24 pacienți diagnosticați cu boala Alzheimer, dintre care 7 subiecți de sex feminin și 17 de sex masculin. Media de vârstă a subiecților feminini este cuprinsă între 51-84 de ani, în timp ce subiecții de sex masculin se încadrează într-o medie ce variază de la 48 la 72 de ani. Pentru determinarea parametrilor hematologici a fost utilizat analizatorul hematologic Pentra ES 60 ce are două moduri de realizare a analizelor: modul CBC (Complete Blood Count) și modul DIF (Differential Count). Cel de-al doilea analizator utilizat este ARCHITECT C4000, folosit pentru probele de analize biochimice.

Rezultate și discuții

Unul dintre cele mai timpurii și dese întâlnite simptome la pacienții cu boală Alzheimer este cel al tulburării de memorie, în special dificultăți de amintire a informațiilor recente. Pe baza acestor factori, pacienții pot să repete aceleași întrebări în timp ce amintirile din trecutul îndepărtat sunt, de regulă, păstrate în stadiile inițiale [7]. Pe măsură ce boala evoluează, apar și așa numitele tulburări temporo-spațiale (tulburări legate de orientarea în timp și spațiu), ce se manifestă prin pierderea noțiunii timpului și nerecunoașterea locurilor familiare, iar în stadiile avansate ale bolii, pacienții dezvoltă progresiv dificultăți în realizarea activităților zilnice, de la activități de bază precum igiena personală, îmbrăcatul și alimentația, până la sarcini complexe [8], tulburările de limbaj, cu diferite dificultăți cum ar fi în găsirea cuvintelor, în înțelegerea mesajelor verbale, fiind afectate și funcții executive ca planificarea, organizarea și capacitatea de a lua decizii [9].

În ceea ce privește analiza datelor obținute, pacienta de sex feminin, în vârstă de 77 de ani, diagnosticată cu boala Alzheimer prezintă un interes ridicat deoarece aceasta are cele mai multe modificări pe plan hematologic față de restul pacienților. Astfel, pacienta a avut 3 internări de-a lungul anului 2024 în care au fost înregistrate fluctuații a acelorși 3 parametri hematologici primari în fiecare dintre cele 3 vizite, acești parametri făcând referire la seria roșie (numărul de globule roșii - RBC, concentrația de hemoglobină - HGB și hematocrit - HCT), pe lângă aceste modificări constante fiind înregistrate și fluctuații ale concentrației de hemoglobină eritrocitară medie (MCHC), vitezei de sedimentare a hematiilor (VSH), precum și ale numărului și procentului de eozinofile (EOS).

Pacienta a prezentat valori scăzute ale numărului de eritrocite la fiecare internare, cu valori cuprinse între 2,37 și 2,61, intervalul biologic de referință oscilând între 3,8-5,8/1mil/ μ L. Rolul de bază al eritrocitelor este cel de a transporta oxigenul de la plămâni la țesuturi și dioxidul de carbon de la țesuturi la plămâni, fiind eliminat prin expirație, numărul acestora variind în funcție de sex [10, 11]. De asemenea, pacienta înregistrează valori extrem de scăzute ale hemoglobinei, acestea fiind

cuprinse între 7,6 și 8,1 g/dL, cunoscut fiind faptul că limita normală se situează între 11,5-16g/dL. Oamenii de știință au concluzionat faptul ca nivelele scăzute de hemoglobină pot să reprezinte unul dintre tipurile de biomarkeri ai ischemiei, fiind asociate cu diferite patologii precum boli cerebrovasculare, anumite modificări legate de factorul de inducere a hipoxiei și dezechilibre provocate de stresul oxidativ în reglarea hemului. De asemenea, valori scăzute ale hemoglobinei au putut fi corelate și cu declinul cognitiv pe mai multe planuri cum ar fi memoria episodică, sugerând o posibilă cauză vasculară. Deci, hemoglobina poate fi unul dintre factorii predictiv pentru boala Alzheimer, în special pentru persoanele vârstnice [12, 13, 14]. În concordanță cu valorile scăzute ale hemoglobinei, putem observa la această pacientă și nivelul scăzut al hematocritului, acesta fluctuând în cele 3 internări de la 22,8 la 26,7% (valorile fiziologice ale hematocritului sunt cuprinse între 37% și 47%), interacțiunea dintre hemoglobină și hematocrit fiind liniară [15]. În plus, subiectul a prezentat valori crescute ale VSH, înregistrându-se nivele ce au depășit mult intervalul biologic de referință (0-30 mm/1h), acestea fiind de 68-69mm/1h. Datele din literatură indică un polimorfism frecvent întâlnit al genei $\alpha 2$ -macroglobulinei, prezent la aproximativ 29,5% din populație, care a fost asociat cu un risc crescut de dezvoltare a bolii Alzheimer, deși mecanismul prin care influențează apariția afecțiunii rămâne necunoscut, $\alpha 2$ -macroglobulina fiind una dintre principalele proteine plasmatice ce face parte din clasa $\alpha 2$ -globulinelor care cresc în inflamațiile acute, nivelul ridicat al valorii VSH fiind de regulă asociat cu această creștere [16].

Inflamația sistemică a fost asociată în diverse contexte cu afecțiuni neurodegenerative cronice, precum boala Alzheimer. Studiile epidemiologice au arătat că inflamația sistemică cronică este corelată cu volume cerebrale mai mici și cu o memorie episodică mai slabă în etapele tardive ale vieții. La persoanele cu Alzheimer, inflamația sistemică, atât cea cronică prezentă de la început, cât și episoadele acute, a fost un factor predictiv pentru accelerarea declinului cognitiv. Cu toate acestea, nu este clar dacă inflamația sistemică contribuie direct la patologia Alzheimer sau reprezintă un indicator al altor factori de risc modificabili ce influențează boala. Totuși, înțelegerea existenței unor mecanisme cauzale între

inflamația sistemică și demență ar fi extrem de importantă, întrucât ar putea deschide noi direcții terapeutice [17].

Un alt parametru hematologic care a înregistrat modificări semnificative este numărul de leucocite (WBC) care prezintă un intervalul de referință cuprins între 4-10.000 / μ L, pacienta în vârstă de 77 de ani având valori asociate leucopeniei (3.500/ μ L). De asemenea, s-au putut observa modificări și la ceilalți subiecți la nivelul eozinofilelor, celule cu rol în fagocitarea complexului antigen-anticorp și de apărare împotriva infecțiilor cu paraziți, numărul normal de eozinofile fiind cuprins între 2-4% din totalul leucocitelor circulant. Granulațiile bazofilelor conțin histamină, heparină și alte categorii de substanțe, fiind implicate în reacțiile imediate de hipersensibilitate asemănătoare imunoglobulinei E, iar la nivelul neutrofilelor funcția principală a acestora este cea de fagocitoză (preponderent a bacteriilor). Astfel, neutrofilele intervin în apărarea antiinfecțioasă primară prin fagocitarea bacteriilor ce sunt distruse de către agenții antimicrobieni conținuți sau sintetizați de către granulațiile neutrofilelor [18].

În ce privește parametri biochimici, relația dintre lipide, lipoproteine și riscul de apariție a bolii Alzheimer și a altor forme de demență rămâne insuficient clarificată, în special în rândul populației vârstnice. Deși lipidele sunt factori de risc bine studiați pentru afecțiunile cardiovasculare, există ipoteze biologice plauzibile care sugerează că acestea ar putea contribui și la dezvoltarea demenței [20].

Pacientele de sex feminin analizate prezintă modificări la nivelul colesterolului total, HDL-colesterolului (high density lipoproteins), trigliceridelor, TGP/AST (aspartat aminotransferază), γ -GT, ureei, mici modificări fiind înregistrate și la nivelul creatininei și a ratei de filtrare glomerulară (RFG).

HDL-colesterolul și trigliceridele prezintă adesea o corelație inversă, determinată parțial de factori metabolici comuni și de influențe genetice [20]. Trigliceridele, cunoscute și sub denumirea de grăsimi neutre, sunt compuși esterici formați prin legarea unei molecule de glicerol cu trei acizi grași diferiți. Unele paciente analizate prezintă hipertrigliceridemie - o anomalie a lipidelor care se întâlnește frecvent în diabet [21], cunoscut fiind faptul că diabetul zaharat de tip 2 poate duce la apariția bolii

Alzheimer. Deși aceste patologii sunt aparent diferite, foarte multe studii epidemiologice și cercetări biologice, ne arată legătura dintre acestea, sugerând prezența anumitor mecanisme patofiziologice comune. Printre aceste mecanisme, de o importanță deosebită se numără rezistența la insulină ce afectează transportul insulinei la nivel cerebral în zone esențiale pentru memorie și învățare cum ar fi hipocampusul; hiperinsulinemia ce are capacitatea de a putea reduce degradarea peptidului β -amiloid prin competiția pentru enzima de degradare a insulinei, în acest mod fiind favorizată acumularea neurotoxică a acestuia; hiperglicemia cronică ce contribuie la stresul oxidativ, inflamația neurovasculară și leziunile ischemice silențioase și în cele din urmă hipoglicemia care apare frecvent ca urmare a tratamentelor intensive, fiind asociată cu deteriorarea cognitivă ireversibilă și atrofiere cerebrală accelerată [22].

Un alt parametru des modificat la pacientele analizate este activitatea γ -GT (gamma-glutamyltransferaza - GGT), enzimă ce are rol în absorbția celulară a glutatationului, compus esențial în apărarea antioxidantă a organismului. Valorile crescute ale GGT în sânge sunt considerate un indicator precoce și sensibil al prezenței stresului oxidativ care este implicat în dezvoltarea și progresia bolii Alzheimer [23]. Studiile observaționale de tip epidemiologic au identificat o corelație pozitivă, aparent liniară și independentă, între concentrațiile plasmatiche ale enzimei gamma-glutamyltransferază și probabilitatea de apariție a bolii Alzheimer. Cu toate acestea, nu s-a determinat în mod clar dacă această asociere are un caracter causal [24].

Biomarkerii bolii Alzheimer, precum amiloidul beta 1-42 ($A\beta_{42}$), proteina tau totală și tau fosforilată (p-tau), dar mai ales raportul $A\beta_{42}/\tau$, reprezintă instrumente esențiale în diagnosticul bolii Alzheimer, fiind utilizați frecvent și în studiile clinice pentru selecția și înrolarea participanților. Combinarea acestor biomarkeri s-a dovedit a îmbunătăți identificarea cazurilor de Alzheimer, dar cu toate acestea, nivelurile acestor markeri pot varia în funcție de factori demografici și comorbidități, iar înțelegerea acestor variații este în plină desfășurare. Funcția renală, în special exprimată prin rata estimată a filtrării glomerulare (RFG), ar putea influența nivelurile biomarkerilor, mai ales în cazul celor din plasmă, însă impactul asupra biomarkerilor măsurați în lichidul cefalorahidian (LCR)

nu este pe deplin clarificat. Dovezi recente sugerează că afectarea funcției renale este asociată cu declin cognitiv, iar studii prospective, precum cel realizat în cadrul cohorței Whitehall II, au evidențiat o legătură între scăderea RFG și riscul crescut de demență. De asemenea, s-a introdus ideea că disfuncția renală poate influența nivelurile biomarkerilor bolii Alzheimer din plasmă. Fiind un mediu microcontrolat, analiza relației dintre funcția renală și biomarkerii bolii Alzheimer din LCR oferă o perspectivă valoroasă asupra conexiunii rinichi-creier. Astfel, funcția renală s-a dovedit a influența nivelurile markerilor din LCR atât la indivizii cu funcție cognitivă normală, cât și la cei cu deteriorare cognitivă ușoară, efectele fiind mai pronunțate în cazul celor din urmă. De remarcat este faptul că variațiile nivelurilor de proteina tau par a fi independente de factorii cardiovasculari, ceea ce sugerează o posibilă legătură directă între funcția renală și procesele neurodegenerative. În acest context, proteina tau ar putea juca un rol comun în funcționarea rinichilor și a creierului, iar cercetări viitoare sunt necesare pentru a înțelege mai bine această interacțiune și implicațiile ei asupra patogenezei bolii Alzheimer [25, 26].

În ceea ce privește pacienții de sex masculin, se remarcă un caz particular și anume, cel al unui bărbat în vârstă de 55 de ani, care a prezentat în cele trei internări valori scăzute ale RCB (3,48-4,03/1mil/ μ L), față de intervalul de referință pentru bărbați (4,5-6,5 mil/ μ L). Numărul de globule roșii reflectă capacitatea organismului de a transporta oxigenul, iar valorile scăzute pot fi sugestive pentru o anemie hipocromă sau un sindrom inflamator cronic frecvent întâlnit la pacienții cu patologii neurodegenerative [10, 27]. În mod similar, hemoglobina la același pacient a variat între 13,1 g/dL și 15,2 g/dL, menținându-se în limite normale, dar apropiate de zona inferioară. Totuși, valorile hematocritului au fluctuat de la 39,8% la 44,8%, ceea ce poate sugera o anemie normocromă normocitară incipientă. Interacțiunea dintre hemoglobină și hematocrit este importantă în evaluarea oxigenării tisulare, ambele fiind implicate în mecanismele ischemice și neurodegenerative specifice bolii Alzheimer [15].

Viteza de sedimentare a hematiilor, marker nespecific al inflamației, a fost crescută în cazul mai multor pacienți de sex masculin. Spre exemplu, pacientul de 65 de ani a înregistrat valori de 25 și 26 mm/1h,

depășind intervalul biologic de referință (0-20 mm/1h). Această creștere poate indica prezența inflamației sistemice cronice, un posibil cofactor în accelerarea degenerării neuronale și declinului cognitiv în Alzheimer, după cum arată și datele din literatura de specialitate [17, 19].

Pacientul de sex masculin în vârstă de 58 de ani prezintă o situație hematologică mai complexă. Astfel, pe lângă scăderea hemoglobinei și a hematocritului sub limitele normale în cele două internări (HGB: 11-11,2 g/dL; HCT: 33,5%-35,5%), acesta prezintă și un VSH crescut (21 mm/1h), sugerând un proces inflamator activ. Datele din literatură susțin ideea că anemia și inflamația cronică pot avea efecte cumulative asupra funcției cognitive și asupra progresiei bolii Alzheimer [12, 28].

În ceea ce privește parametrii secundari ai hemoleucogramei (MCV - volumul celular mediu, MCH - hemoglobina celulară medie, MCHC - concentrația medie de hemoglobină eritocitară), unii pacienți precum cel de 55 de ani, au prezentat valori ale MCV și MCH crescute peste intervalul de referință, indicând o posibilă anemie macrocitară, ce ar putea fi corelată cu deficiențe nutriționale sau cu disfuncții metabolice asociate îmbătrânirii și neurodegenerării [29].

Pentru a evalua posibilele implicații metabolice și sistemice asociate bolii Alzheimer în rândul bărbaților diagnosticați cu boala Alzheimer, au fost analizați în dinamică mai mulți parametri biochimici relevanți, precum glicemia, colesterolul total, HDL și LDL-colesterol, trigliceridele, enzimele hepatice (TGO, TGP, γ -GT), precum și parametrii funcției renale (uree, creatinină, RFG). Rezultatele obținute au evidențiat o serie de variații semnificative, similare cu cele observate la femei.

Unul dintre aspectele centrale în analiza biochimică a fost reprezentat de nivelurile glicemiei. Astfel, mai mulți pacienți de sex masculin, precum cel în vârstă de 59 de ani (cu valori între 97,66 și 119,48 mg/dL), 60 de ani (126,13 mg/dL) și 65 de ani (223,11 și 292,88 mg/dL), au înregistrat episoade de hiperglicemie peste limita superioară a intervalului biologic de referință (70-115 mg/dL). Astfel de valori pot fi sugestive pentru tulburările de metabolism glucidic, frecvent întâlnite la pacienții cu diabet zaharat de tip 2, afecțiune considerată un important factor de risc pentru dezvoltarea bolii Alzheimer. Disfuncția metabolismului glucozei poate afecta funcționarea neuronală prin

mecanisme precum hiperglicemia cronică, stresul oxidativ, inflamația neurovasculară și acumularea de produse avansate de glicajie, ceea ce contribuie la leziuni neuronale și declin cognitiv accelerat [22]. Există dovezi recente ce sugerează că glucoza este esențială pentru menținerea funcției sinaptice și integrității neuronale, iar scăderea utilizării glucozei în regiunile cerebrale afectate de boala Alzheimer reprezintă un semn precoce al acesteia [30].

În ceea ce privește profilul lipidic, mai mulți pacienți au prezentat hipercolesterolemie, cu valori ale colesterolului total ce au depășit pragul maxim de 200 mg/dL. Valorile crescute ale LDL-colesterolului au fost, de asemenea, asociate cu un posibil risc crescut de ateroscleroză cerebrală și ischemie, mecanisme adesea implicate în fiziopatologia demențelor. La unii pacienți, s-a remarcat un nivel anormal al HDL-colesterolului, fie crescut (158,52 mg/dL la 55 de ani), fie scăzut (25,99 mg/dL la 48 de ani), ceea ce reflectă dezechilibre în transportul revers al colesterolului, proces cu potențial impact asupra clarității sinaptice și neuroinflamației [20]. Valorile trigliceridelor s-au situat peste limitele normale (60-150 mg/dL) la mai mulți pacienți, înregistrându-se valori de peste 250 mg/dL. Această hipertrigliceridemie poate reflecta un sindrom metabolic activ, iar literatura actuală susține legătura dintre tulburările lipidice și riscul de demență, inclusiv prin mecanisme comune cu diabetul zaharat de tip 2, cum ar fi insulino-rezistența și disfuncția vasculară cerebrală [20, 22].

Un alt parametru relevant este gamma-glutamyltransferaza, enzimă implicată în transportul și metabolizarea glutationului - un antioxidant major la nivel celular. În rândul pacienților de sex masculin, s-au observat valori ale acestui parametru extrem de crescute, (230,9 U/L , 784,61 U/L, 1024,72 U/L), față de limita maximă admisă (<38 U/L). Valorile ridicate ale acestei enzime indică un nivel crescut de stres oxidativ, un mecanism cheie în neurodegenerare. Studiile arată că gamma-glutamyltransferaza poate fi un biomarker precoce în boala Alzheimer, corelându-se cu afectarea cognitivă progresivă și acumularea de beta-amiloid [23, 24].

În ceea ce privește markerii renali, s-au identificat ușoare modificări ale ureei, creatininei și RFG care pot reflecta o afectare discretă a funcției renale, importantă în contextul bolii Alzheimer, deoarece nivelurile scăzute ale RFG sunt asociate cu modificări ale biomarkerilor

din LCR, în special cu valori crescute ale proteinei tau, ceea ce sugerează o interacțiune potențială între disfuncția renală și progresia neurodegenerării [25].

Concluzii

Analiza parametrilor hematologici a evidențiat prezența frecventă a unor modificări sugestive pentru procese inflamatorii și anemii cronice, manifestări care pot influența sau însoți evoluția bolii. Astfel, la nivel hematologic, atât în rândul femeilor, cât și al bărbaților, s-au observat frecvent valori scăzute ale numărului de eritrocite, concentrației de hemoglobină și hematocrit, sugerând tendințe spre anemie, cel mai adesea de tip normocrom-normocitar. Unii pacienți au prezentat modificări hematologice importante pe parcursul internărilor, susținând ideea unei corelații între severitatea simptomelor și gradul dezechilibrului hematologic.

De asemenea, viteza de sedimentare a hematiilor a fost crescută în numeroase cazuri, aspect care poate reflecta prezența unui proces inflamator cronic. Parametrii eritrocitari de tip MCV, MCH și RDW (lățimea distribuției eritrocitare) au prezentat variații importante, în special la bărbați, sugerând o posibilă formă de anemie și o implicare a deficitului nutrițional sau a inflamației sistemice cronice, mecanisme adesea întâlnite în boala Alzheimer [15]. De altfel, datele din literatură [12, 17] susțin legătura dintre anemia cronică, stresul oxidativ și riscul crescut de boală Alzheimer, ceea ce întărește importanța monitorizării acestor parametri la pacienții vârstnici cu afecțiuni cognitive.

Modificările hematologice observate pot constitui indicatori clinici auxiliari importanți în evaluarea sistemică a bolii Alzheimer, oferind date relevante pentru diagnostic, monitorizare și o eventuală intervenție terapeutică.

Pe plan biochimic, s-a evidențiat hipercolesterolemie, hipertrigliceridemie și creșteri ale gamma-glutamyltransferazei atât la femei, cât și la bărbați, indicând un posibil status metabolic alterat, asociat cu stres oxidativ crescut și disfuncție hepatică, aspecte care pot contribui la afectarea vasculară și neuroinflamația caracteristică bolii Alzheimer [23,

24]. Aceste modificări pot sugera prezența unui sindrom metabolic, a disfuncțiilor hepatice sau renale ușoare, dar și posibile dezechilibre legate de stresul oxidativ și inflamația cronică. De exemplu, valorile crescute ale gama-glutamyltransferazei au fost observate frecvent și se asociază, potrivit studiilor recente, cu stres oxidativ crescut și cu un risc mai mare de dezvoltare a bolii Alzheimer [23, 24].

Diferențe semnificative au fost observate în ceea ce privește valorile glicemiei la bărbați, pacienții prezentând frecvent hiperglicemie severă ceea ce sugerează o posibilă legătură directă între disfuncția metabolismului glucozei și neurodegenerare. De altfel, studiile recente confirmă faptul că hiperglicemia și rezistența la insulină pot accelera declinul cognitiv prin mecanisme legate de stres oxidativ, inflamație și acumularea de proteine neurotoxice precum beta-amiloidul și tau [26, 30].

Referințe bibliografice

- [1]. C. Reitz and R. Mayeux, „Alzheimer disease: Epidemiology, diagnostic criteria, risk factors and biomarkers”, *Biochemical Pharmacology*, 88(4), 2014, pp.640-651, DOI: [10.1016/j.bcp.2013.12.024](https://doi.org/10.1016/j.bcp.2013.12.024)
- [2]. H. Hippus and G. Neundörfer, „The discovery of Alzheimer's disease”, *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 5, 2003, pp.101-108, DOI: [10.31887/dcns.2003.5.1/hhippius](https://doi.org/10.31887/dcns.2003.5.1/hhippius)
- [3]. R. Mayeux and Y. Stern, „Epidemiology of Alzheimer disease”, *Cold Spring Harbor perspectives in medicine*, 2(8), 2012, Article number 006239, DOI: [10.1101/cshperspect.a006239](https://doi.org/10.1101/cshperspect.a006239)
- [4]. G. Livingston, A. Sommerlad, V. Orgeta, SG. Costafreda, J. Huntley, D. Ames, C. Ballard, S. Banerjee, A. Burns, J. Cohen-Mansfield, C. Cooper, N. Fox, L.N. Gitlin, R. Howard, H.C. Kales, E.B. Larson, K. Ritchie, K. Rockwood, E.L. Sampson, Q. Samus, and N. Mukadam, „Dementia prevention, intervention, and care”, *Lancet (London, England)*, 390(10113), 2017, pp.2673–2734, DOI: [10.1016/s0140-6736\(17\)31363-6](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(17)31363-6)

- [5]. * * *, Ministerul Sănătății al Republicii Moldova, „Protocolul Clinic Național „Demența”.” Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu”, 2020.
- [6]. A. Solomon, F. Mangialasche, E. Richard, S. Andrieu, D.A. Bennett, M. Breteler, L. Fratiglioni, B. Hooshmand, A.S. Khachaturian, L.S. Schneider, I. Skoog, and M. Kivipelto, „Advances in the prevention of Alzheimer's disease and dementia”, *Journal of internal medicine*, 275(3), 2014 pp.229–250, DOI: [10.1111/joim.12178](https://doi.org/10.1111/joim.12178)
- [7]. * * *, Alzheimer's disease facts and figures, „Alzheimer's & dementia”, *The journal of the Alzheimer's Association*, 20(5), 2024, pp.3708–3821, DOI: [10.1002/alz.13809](https://doi.org/10.1002/alz.13809)
- [8]. A. Burns and S. Iliffe, „Alzheimer’s disease”, *Bmj-British Medical Journal*, 338, 2009, DOI: [10.1136/bmj.b158](https://doi.org/10.1136/bmj.b158)
- [9]. G.M. McKhann, D.S. Knopman, H. Chertkow, B.T. Hyman, C.R. Jack Jr., C.H. Kawas, W.E. Klunk, W.J. Koroshetz, J.J. Manly, R. Mayeux, R.C. Mohs, J.C. Morris, M.N. Rossor, P. Scheltens, M.C. Carrillo, B. Thies, S. Weintraub, and C.H. Phelps, „The diagnosis of dementia due to Alzheimer's disease: Recommendations from the National Institute on Aging–Alzheimer's Association workgroups”, *Alzheimer's & Dementia*, 7(3), 2011, pp.263–269, DOI: [10.1016/j.jalz.2011.03.005](https://doi.org/10.1016/j.jalz.2011.03.005)
- [10]. E.H. Nah, S. Kim, S. Cho, and H.I. Cho, „Complete Blood Count Reference Intervals and Patterns of Changes Across Pediatric, Adult, and Geriatric Ages in Korea”. *Annals of laboratory medicine*, 38(6), 2018, pp.503–511, DOI: [10.3343/alm.2018.38.6.503](https://doi.org/10.3343/alm.2018.38.6.503)
- [11]. Y. Xu, Z. Yu, H. Liu, X. Bian, and W. Tang, „Erythrocytes enhance oxygen-carrying capacity through self-regulation”. *Frontiers in Physiology*, 16, 2025, Article number 1592176, DOI: [10.3389/fphys.2025.1592176](https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1592176)
- [12]. G.A.A. dos Santos and P.C. Pardi, „Biomarkers in Alzheimer's disease: Evaluation of platelets, hemoglobin and vitamin B₁₂”, *Dementia & Neuropsychologia*, 14(1), 2020, pp.35–40, DOI: [10.1590/1980-57642020dn14-010006](https://doi.org/10.1590/1980-57642020dn14-010006)
- [13]. D.Y. Lee, J. Jeong, and W.I. Choi, „Association between hemoglobin trajectories and the incidence of dementia in a cohort of

- females aged 55–79 years”, PLoS ONE 19(4), 2024, Article number 0300784, DOI: [10.1371/journal.pone.0300784](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0300784)
- [14]. E.V. Mitroshina, M.O. Savyuk, E. Ponimaskin, and M.V. Vedunova, „Hypoxia-Inducible Factor (HIF) in Ischemic Stroke and Neurodegenerative Disease”, *Frontiers in cell and developmental biology*, 9, 2021, Article number 703084, DOI: [10.3389/fcell.2021.703084](https://doi.org/10.3389/fcell.2021.703084)
- [15]. J. Allardet-Servent, M. Lebsir, C. Dubroca, M. Fabrigoule, S. Jordana, T. Signouret, M. Castanier, G. Thomas, R. Soundaravelou, A. Lepidi, L. Delapierre, G. Penaranda, P. Halfon, and J. M. Seghboyan, „Point-of-Care Versus Central Laboratory Measurements of Hemoglobin, Hematocrit, Glucose, Bicarbonate and Electrolytes: A Prospective Observational Study in Critically Ill Patients”, *PloS one*, 12(1), 2017, Article number 0169593, DOI: [10.1371/journal.pone.0169593](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169593)
- [16]. H. Zhang, D. Liu, Y. Duan, Y. Liu, J. Liu, N. Bai, Q. Zhou, Z. Xu, L. Li, and H. Liu, „Alpha 2-macroglobulin polymorphisms and susceptibility to Alzheimer’s disease: A comprehensive meta-analysis based on 62 studies”, *Journal of Alzheimer’s Disease Reports*, 7, 2023, pp.1351–1370, DOI: [10.3233/ADR-230131](https://doi.org/10.3233/ADR-230131)
- [17]. A. Tsui and D. Davis, „Systemic inflammation and causal risk for Alzheimer's dementia: Possibilities and limitations of a Mendelian randomization approach”, *Aging medicine (Milton (N.S.W))*, 1(3), 2018, pp.249–253, DOI: [10.1002/agm2.12046](https://doi.org/10.1002/agm2.12046)
- [18]. B. Min and W. E. Paul, „Basophils and type 2 immunity”, *Current opinion in hematology*, 15(1), 2008, pp.59–63, DOI: [10.1097/MOH.0b013e3282f13ce8](https://doi.org/10.1097/MOH.0b013e3282f13ce8)
- [19]. C.H.C. Yeung and C.M. Schooling, „Systemic inflammatory regulators and risk of Alzheimer’s disease: a bidirectional Mendelian-randomization study”, *International Journal of Epidemiology*, 50(3), 2021, pp.829–840 DOI: [10.1093/ije/dyaa241](https://doi.org/10.1093/ije/dyaa241)
- [20]. E.L. Ferguson, S.C. Zimmerman, C., Jiang, M. Choi, T. Meyers, T.J. Hoffmann, P. Gilsanz, A. Oni-Orisan, J. Wang, R.A. Whitmer, N. Risch, R.M. Krauss, C.A. Schaefer, and M.M. Glymour, „Independent associations of high-density lipoprotein cholesterol and triglyceride levels with Alzheimer's disease and related dementias”,

- Alzheimer's & dementia: the journal of the Alzheimer's Association, 21(2), 2025, Article number 14575, DOI: [10.1002/alz.14575](https://doi.org/10.1002/alz.14575)
- [21]. F.H. de Man, M. C. Cabezas, H.H. Van Barlingen, D.W. Erkelens, and T.W. de Bruin, „Triglyceride-rich lipoproteins in non-insulin-dependent diabetes mellitus: post-prandial metabolism and relation to premature atherosclerosis”, *European journal of clinical investigation*, 26(2), 1996, pp.89–108, DOI: [10.1046/j.1365-2362.1996.114256.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2362.1996.114256.x)
- [22]. M. Barbagallo and L.J. Dominguez, „Type 2 diabetes mellitus and Alzheimer's disease”. *World Journal of Diabetes*, 5(6), 2014, pp.889–893, DOI: [10.4239/wjd.v5.i6.889](https://doi.org/10.4239/wjd.v5.i6.889)
- [23]. B.B. Yavuz, B. Yavuz, M. Halil, M. Cankurtaran, Z. Ulger, E.S. Cankurtaran, K. Aytemir, and S. Ariogul, „Serum elevated gamma glutamyltransferase levels may be a marker for oxidative stress in Alzheimer's disease”, *International Psychogeriatrics*, 20(4), 2018, pp.815–823, DOI: [10.1017/S1041610208006790](https://doi.org/10.1017/S1041610208006790)
- [24]. S.K. Kunutsor, J.A. Laukkanen, and S. Burgess, „Genetically elevated gamma-glutamyltransferase and Alzheimer's disease”, *Experimental gerontology*, 106, 2018, pp.61–66, DOI: [10.1016/j.exger.2018.03.001](https://doi.org/10.1016/j.exger.2018.03.001)
- [25]. I. Hajjar, R. Neal, Z. Yang, and J.J. Lah, „Alzheimer's disease cerebrospinal fluid biomarkers and kidney function in normal and cognitively impaired older adults”, *Alzheimer's & dementia (Amsterdam, Netherlands)*, 16(2), 2024, Article number 12581, DOI: [10.1002/dad2.12581](https://doi.org/10.1002/dad2.12581)
- [26]. S. Wang, Y. Shi, R. Xin, H. Kang, H. Xiong, and J. Ren, „Exploring the role of insulin resistance in bridging the metabolic syndrome and Alzheimer's disease—a review of mechanistic studies”, *Frontiers in Endocrinology* 16, 2025, Article number 1614006, DOI: [10.3389/fendo.2025.1614006](https://doi.org/10.3389/fendo.2025.1614006)
- [27]. J.G. Mohanty, H.D. Shukla, J.D. Williamson, L.J. Launer, S. Saxena, and J.M. Rifkind, „Alterations in the red blood cell membrane proteome in Alzheimer's subjects reflect disease-related changes and provide insight into altered cell morphology”, *Proteome science* 8, 2010, Article number 11, DOI: [10.1186/1477-5956-8-11](https://doi.org/10.1186/1477-5956-8-11)
- [28]. H. Z. Long, Z.W. Zhou, Y. Cheng, H.Y. Luo, F.J. Li, S.G. Xu, and L.C. Gao, „The Role of Microglia in Alzheimer's Disease From the

- Perspective of Immune Inflammation and Iron Metabolism”, *Frontiers in Aging Neuroscience*, 14, 2022, Article number 888989, DOI: [10.3389/fnagi.2022.888989](https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.888989)
- [29]. J.S. Buell, B. Dawson-Hughes, T.M. Scott, D.E. Weiner, G.E. Dallal, W.Q. Qui, P. Bergethon, I.H. Rosenberg, M.F. Folstein, S. Patz, R.A. Bhadelia, and K.L. Tucker, „25-Hydroxyvitamin D, dementia, and cerebrovascular pathology in elders receiving home services”, *Neurology*, 74(1), 2010, pp.18–26, DOI: [10.1212/WNL.0b013e3181beecb7](https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e3181beecb7)
- [30]. S. Dewanjee, P. Chakraborty, H. Bhattacharya, L. Chacko, B. Singh, A. Chaudhary, K. Javvaji, S. R. Pradhan, J. Vallamkondu, A. Dey, R. S. Kalra, N. K. Jha, S. K. Jha, P. H. Reddy and R. Kandimalla, „Altered glucose metabolism in Alzheimer's disease: Role of mitochondrial dysfunction and oxidative stress”. *Free Radical Biology and Medicine*, 193(1), 2022, pp.134–157, DOI: [10.1016/j.freeradbiomed.2022.09.032](https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2022.09.032)

ASPECTE GENERALE PRIVIND COMPLICAȚIILE ȘI MANIFESTĂRILE CLINICE ASOCIATE TELANGIECTEZIEI HEMAROGICE EREDITARE

Gabriela DUMITRU^{1*}, Alina BUJDEI¹,
Silvia DUMITRAȘCU², Elena TODIRAȘCU-CIORNEA¹

¹ Universitatea Alexandru Ioan Cuza din Iași, Facultatea de Biologie,
Departamentul de Biologie, B-dul Carol I, Nr. 20 A, 700506, Iași, România
² Școala Gimnazială Nr. 1 Râmnicelu, Str. Principală, 12750, jud. Buzău

*gabriela.dumitru@uaic.ro, 0232201522, 700506, Iași, Romania

Rezumat: *Telangiectezia hemoragică ereditară, cunoscută și sub denumirea de sindromul Rendu-Osler-Weber este o boală cu transmitere autosomal dominantă caracterizată prin prezența unor leziuni vasculare numite telangiectezii și a malformațiilor arteriovenoase localizate în zone specifice ale organismului. Boala se poate manifesta în moduri foarte variate și poate fi dificil de recunoscut, în special la pacienții tineri, în absența unui istoric familial cunoscut sau a epistaxisului, cea mai comună manifestare a bolii. Cele mai frecvente manifestări ale bolii sunt telangiecteziile localizate la nivelul buzelor, mâinilor și a mucoasei orale. Pentru o gestionare optimă a bolii este esențială o înțelegere precisă a manifestărilor specifice ale malformațiilor vasculare, în special în ceea ce privește localizarea acestora și momentul apariției. Manifestările clinice sunt variate și includ complicații grave precum, complicații neurologice, pulmonare, gastrointestinale grave, cum ar fi abcesele cerebrale, accident vascular cerebral, hemoragii gastrointestinale și anemie cronică. Scopul acestei lucrări este de a prezenta principalele manifestări clinice și complicații*

asociate telangiecteziei hemoragice ereditare, subliniind importanța diagnosticării precoce.

Cuvinte cheie: *Telangiectazia hemoragică ereditară; Complicații; Manifestări clinice*

Introducere

Telangiectazia hemoragică ereditară (sindromul Rendu-Osler-Weber) este o afecțiune vasculară ereditară cu transmitere autosomal dominantă, caracterizată prin leziuni vasculare focale multisistemice, care pot duce la hemoragii, accident vascular cerebral, insuficiență cardiacă cu debit crescut, hipoxie, anemie asociată cu deficit de fier, deficite neurologice și în unele cazuri, la deces [1, 2].

Leziunile vasculare caracteristice sindromului Rendu-Osler-Weber sunt telangiectaziile și malformațiile arteriovenoase. Telangiectaziile sunt aglomerări de vase dilatate anormal, cu pereți subțiri, localizate în mod tipic la nivelul pielii și al mucoaselor. Sunt foarte vizibile la nivelul buzelor, limbii, feței și degetelor, precum și la nivelul mucoasei nazale, bucale și gastrointestinale. Apar sub forma unor leziuni de culoare roz până la roșu, pot fi punctiforme sau asemenea unui vârf de ac, iar uneori pot fi mai mari, chiar proeminente și de culoare violet (Fig. 1). Telangiectaziile se deosebesc de peteșii și angiomatoze prin faptul că se decolorează la presiune și apoi revin imediat la culoarea inițială. Întrucât le lipsesc elementele contractile ale peretelui vascular și au conexiuni arteriale directe, sângerarea datorată telangiectaziilor poate fi intensă și dificil de oprit [1, 3].

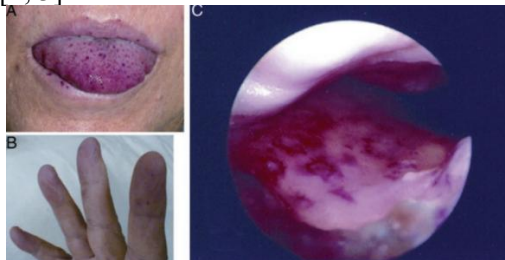


Fig. 1. Telangiectezii la nivelul buzelor și limbii (A), degetelor (B) și a mucoasei nazale (C) [3]

O malformație arteriovenoasă reprezintă o conexiune anormală între o arteră și o venă, realizată fie direct, fie printr-un ghem de vase sanguine, dar fără intervenția capilarelor. Malformațiile arteriovenoase fac referire la telangiectezii de dimensiuni mai mari, de câțiva milimetri sau chiar de câțiva centimetri. Acestea apar cel mai frecvent la nivelul ficatului, plămânilor sau creierului pacienților cu telangiectezie hemoragică ereditară [1].

Malformațiile arteriovenoase pulmonare și cerebrale, anterior silențioase, pot sângera. Cele pulmonare sunt deosebit de periculoase, ducând la hipoxemie sau la sechele neurologice datorită embolismului particulelor care trec prin șunturile dreapta-stânga [4].

Telangiectezia hemoragică ereditară este cauzată de o singură mutație, de obicei în gena ENG situată pe cromozomul 9, care codifică endoglina sau în gena ACVRL1 situată pe cromozomul 12 care codifică kinaza I asemănătoare receptorului activinei, cunoscută și sub numele de ALK1. Un procent mai mic de cazuri de telangiectezie hemoragică ereditară este cauzat de mutații în gena SMAD4 care codifică proteina SMAD4 și mutații neidentificate, probabil localizate în regiunile promotore sau intronice ale acestor gene [5, 6].

Din punct de vedere etiologic, boala a fost clasificată în două tipuri: telangiectezia hemoragică ereditară de tip I ce este cauzată de mutații cu pierdere de funcției în gena ENG și telangiectezia hemoragică ereditară de tip II determinată de mutații cu pierdere de funcție în gena ALK1 [1]. Există o variabilitate geografică în prevalența tipurilor de telangiectezie hemoragică ereditară: cea de tip I este mai frecventă în America de Nord, țările anglo-saxone și în nordul Europei iar cea de tip II este întâlnită mai des în zona mediteraneană și în America de Sud [7].

Telangiectezia hemoragică ereditară este o boală rară și prin urmare, subdiagnosticată. Estimările privind prevalența telangiecteziei hemoragice ereditare în populația generală variază considerabil în funcție de metodologia și populația studiată. În principal, prevalența medie la nivel mondial este estimată la 1 din 5000-8000 de persoane [7].

Simptomatologia clinică este variabilă, chiar și între rudele de gradul I afectate și evoluează adesea în timp. Multe dintre manifestările clinice, în special severitatea epistaxisului și a hemoragiilor

gastrointestinale, devin mai pronunțate odată cu înaintarea în vârstă. Aproximativ 90% dintre pacienți sunt diagnosticați până la vârsta de 40 de ani, iar 97% până la vârsta de 60 de ani [8]. Deși este o boală cu transmitere autozomal dominantă, prevalența clinică este mai mare la femei, unele studii raportând un raport bărbat:femeie între 1:1,33 și 1:1,54. Explicațiile propuse pentru înțelegerea acestei discrepante includ utilizarea mai frecventă a serviciilor medicale de către femei ceea ce duce la o rată mai mare de depistare și diagnosticare a bolii, influențe epigenetice și de mediu, precum și factori hormonal. Unele date sugerează că modificările nivelurilor de estrogen și progesteron în timpul sarcinii pot duce la agravarea manifestărilor clinice ale telangiecteziei hemoragice ereditare la femei [8, 9, 10].

Modificări clinice în telangiectezia hemoragică ereditară

Pentru o îmbunătățire a diagnosticării și managementului persoanelor cu telangiectezie hemoragică ereditară, precum și pentru o mai bună înțelegere a acestei afecțiuni, au fost definite în anul 2000 criteriile Curaçao pentru diagnosticarea telangiecteziei hemoragice ereditare [4]. Cele patru criterii Curaçao sunt: epistaxis spontan și recurent; telangiectezii muco-cutanate localizate la nivelul buzelor, cavității orale, feței și degetelor; malformații arteriovenoase viscerale localizate la nivelul creierului, ficatului, plămânilor și la nivel spinal; antecedente familiale, o rudă de gradul I diagnosticată cu telangiectezie hemoragică ereditară conform aceluiași criterii. Pacienții care îndeplinesc minimum trei din cele patru criterii sunt clasificați ca având telangiectezie hemoragică ereditară certă, în timp ce, cei cu două criterii sunt considerați că au telangiectezie hemoragică ereditară posibilă sau suspectă. În cazul persoanelor care îndeplinesc un singur criteriu sau niciunul se consideră că diagnosticul este puțin probabil [5].

Epistaxisul

Cea mai frecventă manifestare a telangiecteziei ereditare hemoragice este epistaxisul cauzat de sângerările spontane din

telangiecteziile din mucoasa nazală, care pot apărea la indivizi încă de la vârsta de 10 ani. Epistaxisul afectează peste 95% dintre pacienți. Acesta este spontan, neregulat, apare atât ziua cât și noaptea și poate provoca anemie [5, 11].

Frecvența episoadelor de sângerare nazală la adulți variază de la câteva episoade pe an până la mai multe pe zi. Severitatea epistaxisului variază de la câteva picături de sânge care se acumulează în interiorul nasului până la sângerări abundente. Mulți dintre cei afectați prezintă doar episoade ușoare și rare de epistaxis, care nu necesită atenție medicală, motiv pentru care identificarea acestora în cadrul anamnezei personale sau familiale poate fi dificilă [3].

Anemia feriprivă este o manifestare foarte frecventă ce apare la 50% dintre pacienți având în vedere episoadele recurente de epistaxis. Anemia și epistaxisul reprezintă principalele simptome care afectează calitatea vieții, putând provoca dispnee și palpitații în funcție de severitatea lor [12]. Pe lângă semnele și simptomele bine cunoscute ale anemiei, precum oboseala, amețelile, paloarea și stresul cardiac la pacienții cu telangiectezie hemoragică ereditară au fost raportate și alte asocieri. La pacienții cu malformații arteriovenoase hepatice, deficitul de fier determină un risc semnificativ crescut de depunere aberantă de mangan la nivelul creierului, ceea ce poate duce la simptome neurologice caracteristice bolii Parkinson [13].

Epistaxisul poate fi tratat prin utilizarea tratamentelor standard precum tamponament nazal, antifibrinolitice, terapie cu estrogeni sau progesteron, intervenții chirurgicale, embolizare sau terapie laser [14, 15].

Telangiectezii muco-cutanate

Telangiecteziile multiple de la nivelul mâinilor, feței și cavității orale apar într-un procent similar de pacienți, însă debutul lor este în general cu 5 până la 30 de ani mai târziu decât cel al epistaxisului (Fig. 2).



Fig. 2. Pacient cu telangiectezie hemoragică ereditară ce prezintă telangiectezii multiple [16]

Majoritatea pacienților au relatat faptul că au observat pentru prima dată telangiecteziile în jurul vârstei de 30 de ani. Aceste telangiectezii sunt adesea clinic silențioase, dar pot reprezenta o sursă a sângerării [17].

Telangiectezii gastrointestinale

Telangiecteziile gastrointestinale pot afecta întregul tract gastrointestinal, de la esofag până la rect (Fig. 3). Deși telangiecteziile intestinale sunt prezente la 80% dintre pacienții cu telangiectezie hemoragică ereditară, doar aproximativ 20% până la 30% dezvoltă sângerări gastrointestinale simptomatice. Sângerarea gastrointestinală devine problematică după vârsta de 50 de ani și este mai frecventă la pacienții cu telangiectezie hemoragică ereditară de tip I [8].

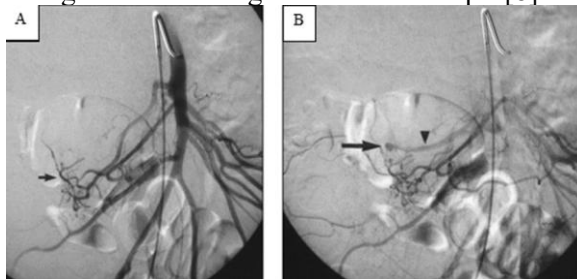


Fig. 3. Pacient în vârstă de 68 de ani, diagnosticat cu telangiectezie hemoragică ereditară și malformație arteriovenoasă duodenală [18]

Riscul de hemoragie fatală este determinat în principal de telangiecteziile mucoasei intestinale, care predomină în regiunea gastroduodenală și mai puțin frecvent, de șunturile arteriovenoase intestinale sau angiodisplazie. Doar malformațiile arteriovenoase mari pot fi diagnosticate prin tomografie computerizată (CT) și angiografie prin tomografie computerizată. Endoscopia cu capsulă este folosită pentru explorarea intestinului subțire. Endoscopia este cea mai importantă atât pentru diagnosticul, cât și pentru terapia telangiecteziilor gastroduodenale și colonice [18].

Malformații arteriovenoase hepatice

Afectarea hepatică este frecvent asociată cu mutații ale genei ALK1 și mai rar cu mutații ale genei ENG, și în consecință, aceasta apare mai frecvent la pacienții cu telangiectezie hemoragică ereditară de tip II [19].

Implicarea hepatică în contextul telangiecteziei hemoragice ereditare este prezentă la 30% până la 73% dintre pacienți și este definită de un spectru de malformații vasculare care pot afecta difuz ficatul și evoluează progresiv de la telangiectezii mici până la malformații arteriovenoase mari (Fig. 4).

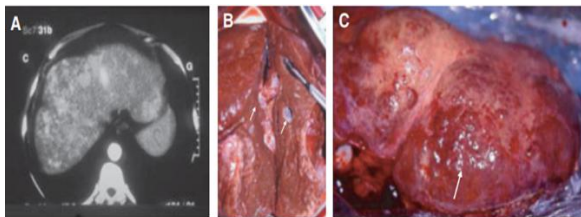


Fig. 4. Malformații arteriovenoase hepatice

A – Identificarea prin tomografie computerizată a malformațiilor arteriovenoase
B and C – Examinare macroscopică ce evidențiază vase mai mari și dilatate [15]

Se pot observa trei tipuri distincte și adesea concomitente de șunturi intrahepatice formate între artera hepatică și venele hepatice, între

artera hepatică și vena portă, precum și între vena portă și venele hepatice, ducând la complicații severe precum: insuficiența cardiacă cu debit crescut manifestată prin dispnee, ascită și edeme; hipertensiune portală cu risc de hemoragie variceală și ascită; ischemie biliară sau encefalopatie hepatică [20]. Șunturile arterioportale sunt cele mai frecvente, urmate de cele arteriosistemice și portosistemice. Acestea din urmă sunt mai puțin frecvente la pacienții cu telangiectezie hemoragică ereditară și sunt, de obicei, asociate cu ciroza hepatică. Creșterea fluxului hepatic prin șunturile arteriovenoase determină o dilatare a arterei hepatice comune și a ramurilor sale principale, precum și a venelor hepatice și porte [19].

Dereglaarea aprovizionării cu sânge determinată de malformațiile vasculare generează toate anomaliiile parenchimului hepatic, ale vaselor și a arborelui biliar. Hipertensiunea sinusoidală secundară fluxului sanguin crescut determinat de malformațiile vasculare favorizează depunerea de țesut fibros la nivel portal și periportal, accentuând efectul net al hipertensiunii portale. Cu toate acestea, ciroza hepatică este rar întâlnită la pacienții cu telangiectezie hemoragică ereditară și este adesea legată de prezența unor cofactori precum infecțiile virale cronice sau supraîncărcarea cu fier [19].

Majoritatea pacienților sunt asimptomatici sau prezintă doar o creștere ușoară a nivelului γ -glutamyltransferazei, însă complicațiile, deși rare, apar în special la pacientele de sex feminin [21].

La pacienții simptomatici, poate apărea colestaza severă manifestată prin creșterea valorilor serice ale fosfatazei alcaline și ale γ -glutamyltransferazei. Colestaza severă poate fi însoțită de episoade de colangită acută. În cazuri rare, leziunile ischemice pot deveni severe, ducând la necroză biliară abdominală, colangită, sepsis și hemoragie intrahepatică [19].

Diagnosticul definitiv al afecțiunilor hepatice la pacienții cu telangiectezie hemoragică ereditară se bazează pe investigații imagistice, ecografia Doppler fiind considerată suficient de precisă și adecvată pentru exploatarea inițială a ficatului. La pacienții cu telangiectezie hemoragică ereditară ce prezintă afectare hepatică, artera hepatică este dilatăată, în timp ce ramurile intrahepatice arteriale sunt tubulare. Analiza spectrală Doppler a fluxului sanguin evidențiază semnale de flux cu viteză ridicată, cu fază

diastolică proeminentă, datorită scăderii rezistenței parenchimotoase. Vena portă și cele hepatice pot fi dilatate și pot prezenta anomalii ale fluxului sanguin determinate de prezența șunturilor arterioportale [15, 19].

Malformațiile arteriovenoase pulmonare

Malformațiile arteriovenoase sunt prezente la aproximativ 50% dintre pacienții cu telangiectozie hemoragică ereditară, predominând în cea de tip I. Incidența malformațiilor arteriovenoase pulmonare este mai mare la pacienții ce prezintă mutații la nivelul genei ENG, variind între 49% și 75%, comparativ cu între 5% și 44% la pacienții cu mutații la nivelul genei AKL1 [15].

Malformațiile se clasifică în funcție de severitate, cel mai frecvent tip constând într-o conexiune simplă între o arteră pulmonară segmentară și o venă pulmonară, ce formează o nișă anevrismală [12]. Pacienții pot fi asimptomatici sau pot prezenta hemoragii masive sau hemoptizii. De asemenea, pot apărea semne de hipoxemie însoțite de dispnee, cianoză, hipocratism digital și policitemie, determinate de un șunt dreapta-stânga. Accidentul vascular cerebral și abcesul cerebral, determinate de trombi ce se formează la nivelul plămânilor numiți și embolii pradoxale, reprezintă cele mai grave complicații ale malformațiilor arteriovenoase pulmonare. Aceste complicații reprezintă, de cele mai multe ori, prima formă de manifestare a telangiectoziei hemoragice ereditare [14].

Hipertensiunea pulmonară este o altă manifestare vasculară a telangiectoziei hemoragice ereditare reprezentând un grup heterogen de tulburări hemodinamice cronice, progresive, caracterizate prin creșterea presiunii arteriale în arterele pulmonare. Aceasta poate apărea fie ca urmare a șunturilor arteriovenoase sistemice la nivel hepatic, care cresc debitul cardiac fiind dificil de diferențiat de hipertensiunea arterială idiopatică [3].

Investigațiile și tratamentul adecvat, dar și la timp sunt esențiale. Investigațiile pentru pacienții cu suspiciune de malformații arteriovenoase pulmonare includ radiografiile toracice, măsurarea fracției de șunt prin metoda respirației cu oxigen 100% ce implică calculul presiunii parțiale a oxigenului arterial și a saturației oxigenului după 20 de minute de respirație

cu oxigen 100%, considerând anormală o fracție mai mare de 5% și ecocardiografia pentru a identifica prezența unui șunt dreapta-stânga. Pentru confirmarea și caracterizarea malformațiilor, este necesară efectuarea unei tomografii computerizate toracice sau a unei angiografii pulmonare, pentru a determina intervențiile adecvate (Fig. 5). Embolizarea este indicată atunci când diametrul arterei de alimentare este de cel puțin 3 mm, iar chirurgia este o opțiune pentru pacienții care nu pot fi supuși embolizării. Pacienții cu malformații arteriovenoase pulmonare trebuie să efectueze regulat un CT toracic pentru a detecta creșterea sau recanalizarea malformațiilor depistate anterior, dar și pentru a depista leziunile noi apărute [14].

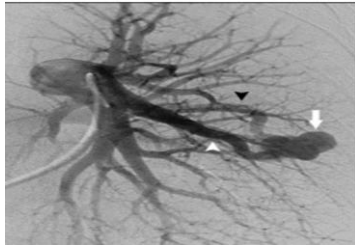


Fig. 5. Angiogramă pulmonară ce evidențiază o malformație arteriovenoasă mare, solitară, în lobul superior stâng, la o femeie de 44 de ani cu telangiectezie hemoragică ereditară [18]

Malformații arteriovenoase cerebrale și spinale

Malformațiile arteriovenoase cerebrale apar la aproximativ 20% dintre pacienții cu telangiectezie hemoragică ereditară fiind mai frecvente în cea de tip I. Malformațiile vasculare cerebrale identificate la pacienți sunt de trei tipuri: fistule arteriovenoase piale cu orificiu mare, malformații arteriovenoase nidus și micro-malformații arteriovenoase sau malformații vasculare capilare (Fig. 6). Malformațiile arteriovenoase mari se manifestă clinic de obicei, dar nu în mod exclusiv la copii cu vârste mai mici, iar cele de dimensiuni reduse sunt întâlnite la pacienți mai în vârstă. Micro-malformațiile arteriovenoase sunt identificate, de obicei, la adolescenți [8].

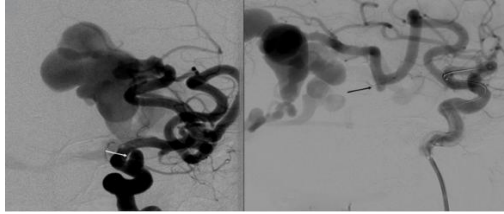


Fig. 6. Fistulă arteriovenoasă pială la o femeie în vârstă de 53 de ani [8]

Fistulele arteriovenoase piale nu prezintă nidus între artera de alimentare și vena de drenaj. Acest tip de leziuni sunt localizate de obicei superficial, doar o mică parte dintre ele fiind localizate în profunzime (Fig. 6). Fistulele arteriovenoase piale au un debit de șunt mare care duce la dilatarea semnificativă a arterelor și hipoxemie locală. Malformațiile arteriovenoase de tip nidus sunt conexiuni arteriovenoase care au în componență o rețea vasculară intermediară numită nidus (Fig. 7).

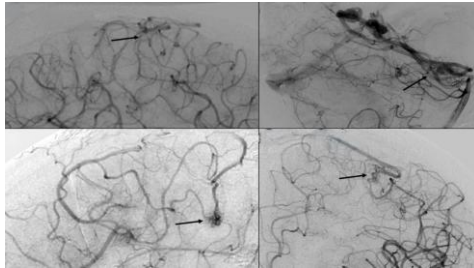


Fig. 7. Malformații arteriovenoase de tip nidus la pacienții cu telangiectezie hemoragică ereditară [8]

Micro-malformațiile arteriovenoase, cunoscute și sub denumirea de malformații vasculare capilare, nu prezintă șunturi vizibile angiografic și nu au artere sau vene de alimentare dilatate [8].

Malformațiile capilare vasculare sunt descoperite întâmplător și, în general, nu sunt asociate cu simptome precum convulsii, cefalee și hemoragie (Fig. 8). Malformațiile arteriovenoase de tip nidus sunt adesea asimptomatice, peste 60% fiind descoperite accidental sau în cursul unui screening de rutină. Aproximativ 25% dintre malformațiile arteriovenoase

întâlnite în telangiectezia hemoragică ereditară se manifestă prin hemoragie cerebrală, leziunea fiind nedetectată până la apariția evenimentului hemoragic. Convulsiile sunt de asemenea frecvente, fiind observate în 10% dintre cazuri. Fistulele arteriovenoase piale pot debuta clinic prin hemoragii și convulsii. La sugari, aceste leziuni pot determina insuficiență cardiacă, hipertensiune intracraniană și dezvoltare psihică întârziată [8].

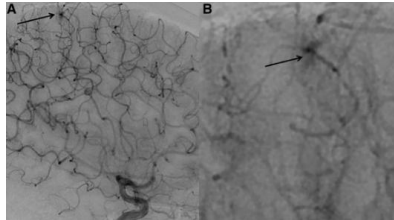


Fig. 8. Malformații vasculare capilare la un pacient în vârstă de 43 de ani cu telangiectezie hemoragică ereditară [8]

Malformațiile arteriovenoase spinale sunt întâlnite predominant la copii, dar și la adulți. Într-un studiu care a inclus 31 de copii ce prezentau manifestări neurovasculare caracteristice pentru telangiectezia hemoragică ereditară [22], s-a observat faptul că vârsta medie a pacienților cu fistule arteriovenoase spinale era de 2,2 ani, aceste leziuni având un prognostic sever.

Cele mai frecvente tipuri de malformații arteriovenoase spinale sunt fistulele arteriovenoase durale de tip I și fistulele intradurale perimedulare de tip IV (Figura 9). Fistulele intradurale perimedulare de tip IV se găsesc la nivelul măduvei spinării și primesc aport arterial direct de la arterele spinale anterioare sau posterioare [8].



Fig. 9. Angiografie spinală ce evidențiază o fistulă arteriovenoasă spinală perimedulară mare alimentată de artera intercostală stângă T9 [8]

Malformațiile arteriovenoase spinale sunt semnificativ mai rare decât cele cerebrale și se manifestă, de obicei, prin paralizie și dureri de spate. Marea majoritate a acestor leziuni sunt diagnosticate și tratate în primul deceniu de viață [3].

Malformațiile cerebrale și spinale pot provoca hemoragii devastatoare și sunt cel mai bine detectate prin RMN. Tratamentul include radioterapia sau embolizarea malformațiilor cerebrale și embolizarea leziunilor pulmonare [14].

Diferențierea față de alte boli cu malformații vasculare

Malformațiile arteriovenoase viscerale, aspect distinctiv al telangiecteziei ereditare hemoragice, pot apărea sporadic la pacienți cu alte afecțiuni care predispun apariția acestor malformații vasculare precum sindromul Wyburn-Mason, sindromul Cobb, sindromul Parkers-Webe. Deși o gamă largă de tumori vasculare și sindroame împărtășesc unele caracteristici cu sindromul Rendu-Osler-Weber, în special telangiecteziile, criteriile Curaçao sunt deosebit de utile pentru diferențierea acestuia de alte afecțiuni similare [23].

La pacienții care prezintă episoade recurente de sângerare și malformații arteriovenoase, sindromul vascular Ehlers-Danlos este luat în considerare în diagnosticul diferențial. Sindromul Ehlers-Danlos (Fig. 10) se diferențiază de telangiectezia hemoragică ereditară prin caracteristicile asociate dilatării anevrismale și hipermobilității [23].



Fig. 10. Dilatarea anevrismală a trunchiului celiac la un bărbat de 55 de ani cu sindromul vascular Ehlers-Danlos [23]

Majoritatea malformațiilor arteriovenoase pulmonare adevărate apar la pacienții cu telangiectozie hemoragică ereditară, însă un anevrism al arterei pulmonare poate avea un aspect imagistic similar la imagistica CT cu contrast. Pseudoaneurismele arterei pulmonare pot rezulta datorită unei malignități iar cele pulmonare micotice pot apărea datorită unei infecții [23].

Concluzii

Pe baza aspectelor prezentate în lucrare se desprind următoarele concluzii:

1. Telangiectozia hemoragică ereditară este o afecțiune vasculară cu manifestări clinice multiple și variate, fiind necesară conștientizarea în rândul medicilor și al pacienților cu privire la riscurile și complicațiile acute și potențial letale ale acestei boli.
2. Complexitatea fiziopatologiei bolii face ca abordarea terapeutică să fie dificilă, astfel că în prezent, nu există un tratament curativ pentru telangiectozia hemoragică ereditară. Strategiile actuale de tratament sunt bazate pe gestionarea complicațiilor care apar în evoluția bolii. Medicamentele utilizate acționează la diferite niveluri ale căilor moleculare implicate în angiogeneză și au ca scop prevenirea apariției complicațiilor.
3. Este recomandat tratamentul multidisciplinar în centre specializate pentru îngrijirea pacienților cu telangiectozie hemoragică ereditară în scopul reducerii ratei de mortalitate. Imagistica secțională este esențială pentru diagnostic și screening, iar tratamentele convenționale, inclusiv embolizarea, sunt critice pentru tratarea și prevenirea complicațiilor asociate cu telangiectozia hemoragică ereditară. În același timp, trebuie să menționăm importanța tehnicilor imagistice care sunt într-o continuă evoluție, dar și variantele noi de tratament care vor contribui la îmbunătățirea duratei și calității vieții pacienților diagnosticați cu această afecțiune.

Referințe bibliografice

- [1]. S. Srinivasan, M. A. Hanes, T. Dickens, M. E. Porteous, S. P. Oh, L. P. Hale, and D. A. Marchuk, „A mouse model for hereditary hemorrhagic telangiectasia (HHT) type 2”, *Human molecular genetics*, 12(5), 2003, pp. 473-482, DOI: [10.1093/hmg/ddg050](https://doi.org/10.1093/hmg/ddg050).
- [2]. R. Hermann, C.L. Shovlin, R.S. Kasthuri, M. Serra, O.F. Eker, S. Bailly, E. Buscarini, and S. Dupuis-Girod, „Hereditary haemorrhagic telangiectasia”, *Nature Reviews Disease Primers*, 11(1), 2025, Article number 1, DOI: [0.1038/s41572-024-00585-z](https://doi.org/0.1038/s41572-024-00585-z).
- [3]. J. McDonald, P. Bayrak-Toydemir, and R.E. Pyeritz, „Hereditary hemorrhagic telangiectasia: an overview of diagnosis, management and pathogenesis”, *Genetics in medicine: official journal of the American College of Medical Genetics*, 13(7), 2011, pp. 607-616, DOI: [10.1097/GIM.0b013e3182136d32](https://doi.org/10.1097/GIM.0b013e3182136d32).
- [4]. C.L. Shovlin, A.E. Guttmacher, E. Buscarini, M.E. Faughnan, R.H. Hyland, C.J. Westermann, A.D. Kjeldsen, and H. Plauchu, „Diagnostic criteria for hereditary hemorrhagic telangiectasia (Rendu-Osler-Weber syndrome)”, *American journal of medical genetics*, 91(1), 2000, pp. 66-67. DOI: [10.1002/\(sici\)1096-8628\(20000306\)91:1<66::aid-ajmg12>3.0.co;2-p](https://doi.org/10.1002/(sici)1096-8628(20000306)91:1<66::aid-ajmg12>3.0.co;2-p).
- [5]. S. Dupuis-Girod, V. Cottin, and C.L. Shovlin, „The Lung in Hereditary Hemorrhagic Telangiectasia”, *Respiration; international review of thoracic diseases*, 94(4), 2017, pp. 315–330. DOI: [10.1159/000479632](https://doi.org/10.1159/000479632).
- [6]. E. Gaetani, A. Giovannetti, L. Di Martino, N. Liorni, V. Caputo, A. Gasbarrini, R. Pola, and T. Mazza, „Global Prevalence of Hereditary Hemorrhagic Telangiectasia-Associated Variants Estimated by Analysis of Large-Scale Genomic Databases”, *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, 2026 DOI: [10.1016/j.jtha.2025.12.025](https://doi.org/10.1016/j.jtha.2025.12.025).
- [7]. R. Z. Puente, J. Bueno, M. Salcedo, J. M. Cuesta, S. Marqués, C. Menéndez, A. Bustamante, J. L. Fernández-Forcelledo, J. L. Gupegui, A. De La Mora, S. Rodríguez Prado, L. M. Botella, C. Fariñas-Álvarez, and J. A. Parra, „Epidemiology of Hereditary Haemorrhagic

- Telangiectasia (HHT) in Spain”, *Hereditary Genetics*, 5(173), 2016, pp. 2-7, DOI:[10.4172/2161-1041.1000173](https://doi.org/10.4172/2161-1041.1000173).
- [8]. W. Brinjikji, V. N. Iyer, T. Sorenson, and G. Lanzino, „Cerebrovascular Manifestations of Hereditary Hemorrhagic Telangiectasia”, *Stroke*, 46(11), 2015, pp. 3329-3337, DOI: [10.1161/STROKEAHA.115.010984](https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.115.010984).
- [9]. E. M. de Gussem, A. Y. Lausman, A. J. Beder, C. P. Edwards, M. H. Blanker, K. G. Terbrugge, J. J. Mager, and M. E. Faughnan, „Outcomes of pregnancy in women with hereditary hemorrhagic telangiectasia”, *Obstetrics and gynecology*, 123(3), 2014, pp. 514-520, DOI: [10.1097/AOG.000000000000120](https://doi.org/10.1097/AOG.000000000000120).
- [10]. J. W. Donaldson, T. M. McKeever, I. P. Hall, R. B. Hubbard, and A. W. Fogarty, „The UK prevalence of hereditary haemorrhagic telangiectasia and its association with sex, socioeconomic status and region of residence: a population-based study”, *Thorax*, 69(2), 2014, pp. 161-167, DOI: [10.1136/thoraxjnl-2013-203720](https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2013-203720).
- [11]. J. W. dos Santos, T. C. Dalcin, K. R. Neves, K. C. Mann, G. L. Preto, and A. N. Bertolazi, „Hereditary hemorrhagic telangiectasia: a rare cause of severe anemia”, *Jornal brasileiro de pneumologia : publicacao oficial da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia*, 33(1), 2007, pp. 109-112, DOI: [10.1590/s1806-37132007000100020](https://doi.org/10.1590/s1806-37132007000100020)
- [12]. A. Viteri-Noël, A. González-García, J. L. Patier, M. Fabregate, N. Bara-Ledesma, M. López-Rodríguez, V. Gómez Del Olmo, and L. Manzano, „Hereditary Hemorrhagic Telangiectasia: Genetics, Pathophysiology, Diagnosis, and Management”, *Journal of Clinical Medicine*, 11(17), 2022, Article number 5245, DOI: [10.3390/jcm11175245](https://doi.org/10.3390/jcm11175245).
- [13]. A. M. Hammill, K. Wusik, and R. S. Kasthuri, „Hereditary hemorrhagic telangiectasia (HHT): a practical guide to management”, *Hematology. American Society of Hematology. Education Program*, 2021(1), 2021, pp. 469-477.
- [14]. A. Grand'Maison, „Hereditary hemorrhagic telangiectasia”, *Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne*, 180(8), 2009, pp. 833-835. DOI: [10.1503/cmaj.081739t](https://doi.org/10.1503/cmaj.081739t)

- [15]. S. Dupuis-Girod, S. Bailly, and H. Plauchu, „Hereditary hemorrhagic telangiectasia: from molecular biology to patient care”, *Journal of Thrombosis and Haemostasis: JTH*, 8(7), 2010, pp. 1447-1456, DOI: [10.1111/j.1538-7836.2010.03860.x](https://doi.org/10.1111/j.1538-7836.2010.03860.x).
- [16]. P. Bayrak-Toydemir, R. Mao, S. Lewin, and J. McDonald, „Hereditary hemorrhagic telangiectasia: an overview of diagnosis and management in the molecular era for clinicians”, *Genetics in medicine: official journal of the American College of Medical Genetics*, 6(4), 2004, pp. 175-191, DOI: [10.1097/01.gim.0000132689.25644.7c](https://doi.org/10.1097/01.gim.0000132689.25644.7c).
- [17]. R. K. Shah, J. K. Dhingra, and S. M. Shapshay, „Hereditary hemorrhagic telangiectasia: a review of 76 cases”, *The Laryngoscope*, 112(5), 2002, pp. 767-773, DOI: [10.1097/00005537-200205000-00001](https://doi.org/10.1097/00005537-200205000-00001).
- [18]. J. Jaskolka, L. Wu, R. P. Chan, and M. E. Faughnan, „Imaging of hereditary hemorrhagic telangiectasia”, *AJR. American journal of roentgenology*, 183(2), 2004, pp. 307-314, DOI: [10.2214/ajr.183.2.1830307](https://doi.org/10.2214/ajr.183.2.1830307).
- [19]. C. Sabbà and M. Pompili, „Review article: the hepatic manifestations of hereditary haemorrhagic telangiectasia”, *Alimentary pharmacology & therapeutics*, 28(5), 2008, pp. 523-533, DOI: [10.1111/j.1365-2036.2008.03775.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2036.2008.03775.x).
- [20]. E. Buscarini, H. Plauchu, G. Garcia Tsao, R. I. Jr. White, C. Sabbà, C. F. Miller, J. C. Saurin, J. P. Pelage, G. Lesca, M. J. Marion, A. Perna, and M. E. Faughnan, „Liver involvement in hereditary hemorrhagic telangiectasia consensus recommendations”, *Liver International: Official Journal of the International Association for the Study of the Liver*, 26(9), 2006, pp.1040-1046, DOI: [10.1111/j.1478-3231.2006.01340.x](https://doi.org/10.1111/j.1478-3231.2006.01340.x).
- [21]. M. F. Carette, C. Nedelcu, M. Tassart, J. D. Grange, M. Wislez, and A. Khalil, „Imaging of hereditary hemorrhagic telangiectasia”, *Cardiovascular and interventional radiology*, 32(4), 2009, pp. 745-757, DOI: [10.1007/s00270-008-9344-2](https://doi.org/10.1007/s00270-008-9344-2).
- [22]. T. Krings, S. M. Chng, A. Ozanne, H. Alvarez, G. Rodesch, and P. L. Lasjaunias, „Hereditary haemorrhagic telangiectasia in children. Endovascular treatment of neurovascular malformations. Results in 31

- patients”, *Interventional neuroradiology: journal of peritherapeutic neuroradiology, surgical procedures and related neurosciences*, 11(1), 2005, pp. 13-23, DOI: [10.1177/159101990501100103](https://doi.org/10.1177/159101990501100103).
- [23]. A. R. Kolarich, A. J. Solomon, C. Bailey, M. A. Latif, N. R. Rowan, P. Galiatsatos, and C. R. Weiss, „Imaging manifestations and interventional treatments for hereditary hemorrhagic telangiectasia”, *RadioGraphics*, 41(7), 2021, pp. 2157-2175, DOI: [10.1148/rg.2021210100](https://doi.org/10.1148/rg.2021210100).

VALOAREA TERAPEUTICĂ A SPECIEI *URTICA DIOICA* ÎN CONTEXTUL MEDICINEI MODERNE

Răzvan VOUCIUC, Elena TODIRAȘCU-CIORNEA*, Gabriela DUMITRU

*Universitatea Alexandru Ioan Cuza din Iași, Facultatea de Biologie,
Departamentul de Biologie, B-dul Carol I, nr. 20 A, 700506, Iași, România*

*ciornea@uaic.ro, 0232201522, 700506, Iași, Romania

Rezumat: *Urtica dioica* (urzica) este o plantă medicinală larg răspândită în România și spațiul european. Aceasta este cunoscută în popor pentru multitudinea de proprietăți terapeutice pe care le are, datorită cantității bogate de compuși bioactivi, cum ar fi vitaminele, polifenolii, mineralele, enzimele antioxidante, serotonina, histamina, rutina. Urzicile se consumă în stadiul tânăr sub formă gătită, se pot usca pentru diverse infuzii sau creme, sau se pot liofiliza pentru a obține comprimate naturiste. Lucrarea de față își propune să prezinte importanța deosebită a speciei *Urtica dioica* din punct de vedere al compoziției chimice, dar și a efectelor terapeutice, printre cele mai importante menționându-se prevenirea infecțiilor, efectele neuroprotectoare și hepatoprotectoare, de reducere a nivelului de lipide la persoanele cu obezitate, sau chiar de vindecare a diferite tipuri de tumori maligne.

Cuvinte cheie: *Urtica dioica; Vitamine; Antioxidant; Malign; Importanță terapeutică*

Introducere

De-a lungul evoluției biologice, desfășurate pe parcursul a miliarde de ani, s-a constituit o biodiversitate complexă, în cadrul căreia regnul

vegetal deține un rol esențial. Relevanța plantelor este determinată atât de prezența metaboliților primari, indispensabili desfășurării proceselor celulare fundamentale, cât și de diversitatea metaboliților secundari, implicați în procesele de adaptare, apărare și comunicare interspecifică. Utilizarea plantelor în scopuri terapeutice și alimentare are origini străvechi, acestea fiind inițial administrate în stare brută, ulterior sub formă de preparate empirice (infuzii, decocturi, pulberi, tincturi), iar în perioada modernă prin intermediul compușilor bioactivi izolați și caracterizați chimic. Termenul de plante medicinale desemnează totalitatea speciilor vegetale utilizate în fitoterapie, multe dintre acestea având valențe nutriționale, profilactice și terapeutice [1].

În contextul dezvoltării cercetării biomedicale contemporane, interesul pentru studiul plantelor medicinale tradiționale a cunoscut o creștere semnificativă, în special în domeniile de diagnostic, al fitochimiei și al farmacologiei. Investigațiile preclinice și clinice au evidențiat potențialul terapeutic al produselor naturale, demonstrând că numeroși compuși de origine vegetală, aparținând unor clase chimice distincte, prezintă o gamă largă de activități biologice relevante din punct de vedere farmacologic.

Există numeroase plante cultivate în scop alimentar, însă și multe specii considerate buruieni, adică plante nedorite sau deranjante care se răspândesc și ocupă locul celor cultivate. Una dintre acestea este *Urtica dioica*, cunoscută în mod obișnuit ca „urzica înțepătoare”, o plantă erbacee perenă cu flori, acoperită cu peri fini, mai ales pe frunze și tulpină, aparținând familiei *Urticaceae* [2]. Ea este o plantă cu frunze spinoase, ce poate fi găsită aproape oriunde, fiind cel mai des întâlnită în Europa, America de Nord, Africa de Nord și în anumite părți ale Asiei [3]. Aceasta aparține ordinului *Rosales* [4] și este o plantă cu rizomi, care pornesc în vegetație primăvara devreme, putând ajunge la înălțimi de circa 1-2 metri. Rădăcina este pivotantă, dar care se poate rapid ramifica, permițând plantei să se înmulțească pe cale asexuată. Tulpinile acesteia sunt lungi, puternice, neramificate, de formă pătrată, care posedă peri tectori plini cu dioxid de siliciu, iar la contactul cu tegumentul provoacă urticarii, durere și umflături [5]. Frunzele sunt ovoidale, cu marginile zimțate, vârful fiind ascuțit. Perioada de înflorit variază în funcție de zona geografică și de climă,

aceasta încadrându-se în intervalul iulie-august [6]. Florile sunt mici, unisexuate, și sunt grupate în spicule ramificate, subțiri, având culoare verzuie. Fructul este o achenă, de formă ovoidă, de culoare maro închis spre negru [7].

Literatura științifică de specialitate subliniază numeroasele efecte benefice ale speciei *Urtica dioica*, aceasta fiind considerată o plantă medicinală care, în ultimul deceniu, a cunoscut o adevărată expansiune a interesului cercetătorilor, planta fiind apreciată atât ca aliment, cât și ca remediu, datorită multiplelor sale activități biologice, precum activitatea antireumatică, antimicrobiană, imunomodulatoare, antioxidantă, hipoglicemiantă și anticancerigenă.

De-a lungul timpului, mai multe specii de *Urtica* au fost utilizate pe scară largă pentru tratarea reumatismului și sciaticii, astmului, tusei, mătreații, diabetului, diareei, eczemelor, febrei, gutei, hemoroizilor, sângerărilor nazale, scorbutului, anemiei și hipertrofiei prostatei, mușcăturilor de șarpe și tuberculozei etc., multe studii [8-10] raportând progresiv utilizarea unor specii de *Urtica* în medicina tradițională și modernă. Progresele științifice ne-au permis să înțelegem contribuția crucială a moleculelor active prezente în această plantă la potențialul lor biologic și terapeutic, date recente evidențiind importanța însemnată a unor compuși precum aglutinina activă datorită căreia specia posedă activitate antivirală împotriva virusului SARS-CoV [11].

Compoziție chimică

De-a lungul generațiilor, vindecătorii și practicile tradiționale au utilizat urzica drept remediu natural, aceasta fiind integrată în diverse preparate, precum ceaiuri, supe și alte feluri de mâncare. Diferite părți ale speciei *Urtica dioica* conțin compuși cu activitate farmacologică, printre care se numără alcaloizii, glicozidele, taninurile, flavonoidele și substanțele fenolice [11].

Astfel, părțile aeriene ale urzicii sunt bogate în polifenoli, în timp ce rădăcinile conțin acid oleanolic, steroli și glicozide. În părțile aeriene ale urzicii s-au găsit, de asemenea, acid cafeic, acid clorogenic, acid 2-O-caffeoilmalic, acid ferulic, alcool homovanilic, acid p-cumaric, rutină,

kaempferol, izoramnetină, quercetină, izocvercetină, acid vanilic, carotenoizi, uleiuri esențiale, acizi grași, minerale și vitamine [12].

Urtica dioica este bogată în compuși chimici, neputându-se diferenția efectele terapeutice ale unuia singur. Acești compuși acționează împreună, existând un anumit echilibru între ei. Printre cei mai importanți compuși, se numără acetilcolina, un neurotransmițător implicat în transmiterea impulsurilor nervoase, dar care, indirect, are și efecte antioxidante prin reglarea enzimelor din clasa oxido-reductazelor precum catalaza sau peroxidaza, contribuind la reducerea stresului oxidativ prin activarea așa-numitei „căi colinergice antiinflamatorii”, dar și efecte neurologice prin prevenirea apoptozei neuronale și efecte antiinflamatorii prin inhibarea producerii de citokine proinflamatorii [7].

Un al compus care se găsește în extractul de urzică este histamina. Aceasta are efecte antioxidante prin stimularea activității neutrofililor, stimularea limfocitelor B și T, dar și reglarea activității enzimelor antioxidante [13]. Histamina inhibă producția de prostaglandine, molecule importante în procesele inflamatorii și răspunsul imun, prin intermediul COX-1, COX-2 (ciclooxigenaza 1 și 2) și, respectiv, HPGDS (hematopoietic-prostaglandin-D-sintaza) pentru a preveni degranularea. Efectele neurologice constau în modularea plasticității sinaptice dependente de sinteza proteinelor prin intermediul receptorilor histaminici și a NMDA (receptorul N-metil-D-aspartat), un neurotransmițător excitator major din creier cu rol esențial în procese precum plasticitatea sinaptică, învățarea și memoria, el participând la reglarea modificărilor sinaptice dependente de sinteza proteinelor, alături de receptorii histaminici [14].

Serotonina, un alt compus prezent la specia *Urtica dioica*, îmbunătățește micro-circulația și refacerea țesuturilor la persoanele care au consumat extract de urzică. De asemenea, se observă o bună ameliorare a simptomelor induse de boala Alzheimer prin neurogeneza crescută în hipocamp, acest compus având și acțiune anti-inflamatorie [15]. Lignanii, compuși de metabolism secundar, inhibă peroxidarea lipidelor și elimină radicalii hidroxil, protejează împotriva neuro-degenerării și tulburărilor de memorie în modelele cu boala Parkinson [16].

Polifenolii izolați din *Urtica dioica* au fost testați pe linii celulare de cancer mamar și evaluați pe modele animale (șoarecii de laborator), au manifestat efecte anti-proliferative și au indus apoptoza celulară, inhibând creșterea celulelor canceroase și reducând volumul tumorii. Nu în ultimul rând, ei cresc sensibilitatea la medicamentele chimioterapice precum paclitaxel și cisplatina și posedă proprietăți antioxidante, antitumorigene și antiproliferative [17].

Lăstarii de *Urtica dioica* conțin circa 3,7% proteine, fibre alimentare (6,4%) și un conținut total scăzut de calorii (45,7 kcal/100 g), fiind o sursă nutrițională valoroasă și o contribuție însemnată de vitamine (A și C), calciu, fier, sodiu și acizi grași în alimentație. Acizii grași esențiali, cum ar fi acidul linoleic și α -linolenic, reprezintă 20,2%, respectiv 12,4% din totalul acizilor grași [18]. *Urtica dioica* este, de asemenea, bogată în minerale, caracterizată prin niveluri ridicate de calciu (169 mg/100 g) și fier (277 mg/100 g), urmate de potasiu, fosfor, magneziu, sodiu și zinc. Conform datelor raportate, pudra de *Urtica dioica* este cel mai probabil una dintre cele mai bogate surse de minerale dintre alimentele vegetale. Conținutul de carbohidrați este scăzut (37,4%) în comparație cu cerealele, cum ar fi grâul și orzul, ceea ce arată că pudra de *Urtica dioica* are un indice glicemic scăzut în raport cu sursele convenționale de alimente vegetale, cum ar fi cerealele și cartofii [19].

Deloc de neglijat este conținutul urzicii în cataboliți ai clorofilei, care, în ciuda abundenței lor în regnul vegetal, au fost trecuți cu vederea ca fitochimicale și ca parte a nutriției umane. Literatura de specialitate [20] arată că o cană de ceai de urzică conține aproximativ 50 μ g de filoxantobilină, catabolit cu importante activități antioxidante și antiinflamatorii, utilizarea tradițională a preparatelor din frunze de *Urtica* fiind aprobată de Agenția Europeană pentru Medicamente pentru tratamentul afecțiunilor reumatice și al artritei, dar și pentru utilizarea ca diuretic împotriva simptomelor inflamatorii ale tractului urinar inferior.

Utilizări

Urzica are caracteristici antiproliferative, antiinflamatorii, antioxidante, analgezice, antiinfecțioase, hipotensive și antiulceroase,

precum și capacitatea de a preveni bolile cardiovasculare, aceste efecte fiind atribuite compușilor bioactivi prezenți în toate părțile plantei (frunze, tulpini, rădăcini și semințe) [3]. Abundența în substanțe organice [21, 22] precum compușii fenolici de tipul acidului 2-O-cafeoil malic, acidului clorogenic, acidului p-cumaroil malic, acidului cafeic, rutinei, izoquercetinei, kaempferol 3-O-rutinozidei, izoramnetin 3-O-rutinozidei și izoramnetin hexozidei, triterpenozidii, sfingolipidele și sterolii, lignanii, alcaloizii, sesquiterpenozidii, acetilcolina, serotonina și histamina, diversele minerale și vitamine, acidul 2-hidroxicinamic, 3,4-dihidroxibenzaldehida, 4-hidroxicumarina, hidratul de 4-metilumbeliferonă, α -bisabololul, acetatul de α -bisabolol, α -farnesina, acidul angelic, azulena, catecolul etc. fac din urzică un fel de mâncare cu calități medicinale, menit atât pentru prevenirea, cât și pentru tratarea bolilor.

În tradiția populară, frunzele de *Urtica dioica* sunt consumate, atât crude, cât și opărite, prăjite ușor sau la abur, în multe alimente, cum ar fi supe, piureuri, sosuri, fursecuri, gelatine și gemuri. Planta uscată este procesată pentru capsule, tablete și ceaiuri, precum și alte preparate. Plantele liofilizate sunt de obicei preparate în capsule. Din materialul vegetal proaspăt se obțin produse homeopate, sucuri și extracte lichide [23].

Extractul din frunze de urzică este utilizat ca agent antihemoragic, contribuind la reducerea fluxului menstrual abundent și a epistaxisului (sângerărilor nazale). Rădăcinile sunt folosite în tratamentul hiperplaziei benigne de prostată, în timp ce întreaga plantă medicinală este utilizată în afecțiunile tractului urinar și în afecțiunile reumatice. De asemenea, frunzele proaspete liofilizate sunt folosite pentru ameliorarea manifestărilor alergice [23]. Extractul de *Urtica dioica* îmbunătățește memoria și reduce stresul colinergic și oxidativ la modelele animale care suferă de diabet și boala Alzheimer [15]. La modelele murine afectate de scleroză multiplă se observă o reducere a activității proteinei HSP60 care este responsabilă de neurodegenerare [24]. Rutina, care este un flavonoid extras din urzică îmbunătățește motricitatea și reduce neuroinflamația [25].

Studiile experimentale efectuate pe un număr de șaiszeci de șobolani albinoși Wistar masculi, împărțiți în două loturi (un lot de indivizi

sănătoși și un lot la care s-a efectuat ocluzia arterei cerebrale medii) au arătat că șoarecii de laborator induși cu atac vascular cerebral și tratați cu extracte din *Urtica dioica* au prezentat o ameliorare a simptomelor neurologice. Acest efect benefic a fost asociat cu reducerea stresului reticulului endoplasmatic și cu inhibarea activității genei XBP1, implicată în răspunsul celular la stres [12]. În schimb, la lotul de șoareci sănătoși nu a fost observată apariția vreunui caz de accident vascular cerebral, extractele de urzică manifestând un efect neuroprotector și contribuind la scăderea tensiunii arteriale, ceea ce sugerează un potențial rol preventiv în patologiile cerebrovasculare [26].

Produsele pe bază de urzică (ceaiuri, creme, uleiuri esențiale) au efecte de regenerare a tegumentului, antiinflamator și de regenerare a țesuturilor. Acestea reduc inflamația cronică, un factor cheie care contribuie la îmbătrânire și bolile legate de vârstă [19].

Cât privește influența asupra sistemului cardiovascular, extractele de *Urtica dioica* au numeroase efecte. Literatura de specialitate afirmă că printre ele se află reglarea tensiunii arteriale, dilatarea vaselor de sânge, inhibarea formării de cheaguri de sânge, creșterea fluxului sangvin la nivel coronarian, reducerea inflamației miocardului, păstrarea integrității epiteliale a mușchiului cardiac. De asemenea, compușii din această plantă joacă un rol important în reglarea răspunsurilor imune, având efect imunomodulator [12]. Extractele obținute din frunze contribuie la vindecarea rănilor, având proprietăți antibacteriene, antifungice, hemostatice etc., aceste efecte fiind cruciale în reducerea inflamației și a stresului oxidativ, și reprezentând o verigă cheie în controlul hemoragiilor și facilitarea hemostazei [27].

Un alt efect studiat de specialiști este cel legat de protejarea funcției hepatice. Extractul obținut din frunze de urzică reduce peroxidarea lipidelor, scade concentrația de malondialdehidă, protejând ficatul de efectele negative ale stresului oxidativ. De asemenea, utilizarea uleiului obținut din semințe de *Urtica dioica* la șobolani albinoși cu leziuni hepatorenale induse de metotrexat [28], a scos în evidență că afectarea hepatorenală indusă de acest medicament cu efect antimetabolic și imunosupresor a fost fie prevenită, fie redusă considerabil prin utilizarea acestuia.

Totodată, s-au remarcat și efecte anti-obezitate, prin capacitatea extractelor de a modula metabolismul lipidic. Efectele sunt antioxidante, antiinflamatorii, antiproliferative, hipolipidice și contribuie împreună la combaterea obezității, fiind recomandat consumul regulat de urzici pentru o viață sănătoasă [27].

Unul dintre cele mai studiate efecte din ultimii ani este cel antitumoral. Diverse studii au demonstrat recent proprietățile citotoxice și anticancerigene ale speciei *Urtica dioica*, în special împotriva cancerelor de colon, gastric, pulmonar, de prostată și de sân. Studiile au evidențiat că extractul obținut cu diclorometan din frunzele de *Urtica dioica* are capacitatea de a inhiba creșterea și proliferarea celulelor de cancer de prostată [18], în timp ce, extractul apos din frunzele aceleiași specii a demonstrat efecte antioxidante și antiproliferative în cancerul de sân, aceste efecte fiind dependente de doză [19]. Activitatea antiproliferativă a fost corelată cu inducerea apoptozei, evidențiată prin fragmentarea ADN-ului și creșterea numărului de celule apoptotice. La nivel molecular, acest proces a fost însoțit de modificări ale expresiei unor proteine-cheie implicate în calea apoptotică, inclusiv calpaina 1, calpastatina, caspaza 3, caspaza 9, precum și proteinele reglatoare Bax și Bcl-2. În ansamblu, aceste rezultate sugerează că extractele din *Urtica dioica* pot exercita efecte anticancerigene prin mecanisme complexe, care implică atât reducerea stresului oxidativ, cât și activarea căilor de moarte celulară programată.

De remarcat faptul că urzica acționează și asupra sistemului nervos central fiind o plantă alternativă (purificatoare) care detoxifică, îmbunătățește și stimulează metabolismul. S-a demonstrat că urzica reduce activitatea spontană la șobolani și șoareci, inhibă convulsiile induse de medicamente și scade temperatura corpului la aceștia [29].

Dovezile experimentale arată că diverșii constituenți și extractele de *Urtica dioica* pot oferi efecte neuroprotectoare acționând printr-o combinație de diferite mecanisme moleculare, diferitele descoperiri în acest domeniu putând pune baza pentru identificarea și proiectarea unor instrumente mai eficiente împotriva bolilor neurodegenerative [30].

Studiile care și-au propus să evalueze efectul extractului hidroalcoolic de *Urtica dioica* asupra stresului oxidativ, proteinelor de șoc

termic și histopatologiei cerebrale în modelul de scleroză multiplă și realizate pe 60 de șobolani împărțiți în 6 loturi (control pozitiv, control negativ și 4 loturi experimentale la care s-a administrat extract hidroalcoolic de urzică în diferite doze), au scos în evidență că utilizarea extractului de urzică ar putea reduce stresul oxidativ și degradarea mielinei într-o măsură mai mică sau mai mare și ar putea conduce la remielinizare [31].

În același timp, literatura științifică [32] evidențiază acțiunea antivirală însemnată a urzicii, specia fiind cercetată intens în ultimii ani pentru eficacitatea pe care ar putea să o prezinte în lupta cu virusul SARS-CoV2. Dezvoltarea unor medicamente antivirale eficiente este dificilă, în special din cauza necesității de a identifica interacțiunile complexe între virus și organismul gazdă, dar și de a asigura siguranța tratamentelor, în acest context, compușii naturali din plante devenind o direcție promițătoare de cercetare. Sabzian-Molaei și colaboratorii, 2022 [33] subliniază, o dată în plus, limitele pe care le au vaccinurile și tratamentele pentru COVID-19, eficiența acestora putând fi limitată de capacitatea ridicată de mutație a virusului, ceea ce face necesară identificarea unor noi agenți antivirali. În acest sens, aglutinina naturală din *Urtica dioica* are capacitatea de a bloca procesul de legare a proteinei Spike a virusului de receptorul ACE2 al celulelor umane, pasul esențial în infectare. De asemenea, se remarcă capacitatea antioxidantă importantă a extractului de urzică și influența asupra activității unor enzime virale implicate în replicare și a răspunsului imun prin diminuarea producției unor molecule implicate în inflamația excesivă. Prin urmare, prin acțiunea sa combinată antivirală, antioxidantă și imunomodulatoare, urzica se conturează ca o posibilă alternativă la terapiile existente împotriva COVID-19 [34], contribuind la dezvoltarea unor strategii terapeutice mai sigure și mai eficiente împotriva infecției cu SARS-CoV-2, bazate pe resurse naturale [35, 36].

Nu în ultimul rând, trebuie evidențiat faptul că extractul din frunze de urzică este folosit și în industria cosmetică, la prepararea unor loțiuni folosite împotriva căderii părului și a produselor anti-mătreață, precum și la obținerea de creme de hidratare pentru ten, prezența substanțială a antioxidantilor sugerând că extractul de *Urtica dioica* ar putea avea un puternic impact pozitiv asupra pielii și un potențial ridicat pentru aplicații

în cosmetologie și dermatologie [37]. Astfel, studii care au avut drept scop evaluarea activității antioxidante și antiinflamatorii a fracțiunilor bogate în polifenoli, izolate din frunzele și florile de urzică, prin utilizarea celulelor umane supuse stresului oxidativ, respectiv stimulării cu lipopolizaharide, au arătat faptul că atât fracțiile obținute din frunze, cât și cele din flori au fost non-toxice și au prezentat un puternic potențial de eliminare a radicalilor liberi, reducând semnificativ nivelurile intracelulare de specii reactive de oxigen, intensificând activitatea enzimelor antioxidante și atenuând procesul de peroxidare a lipidelor, în paralel cu reducerea secreției de citokine proinflamatorii [38]. În același timp, ceaiul de urzică are o serie de beneficii pentru sănătate, inclusiv reducerea iritației pielii și ameliorarea simptomelor alergice.

Urzica este utilizată, de asemenea, în tratamentele ecologice pentru a ține la distanță dăunătorii, inclusiv larvele de fluture de varză, omizile păroase, viermii, furnicile roșii, termitelile și afidele [3]. Se pare că urzicile servesc drept adăpost pentru prădătorii naturali ai insectelor, literatura de specialitate [39-41] evidențiind faptul că extractul de *Urtica dioica* poate fi utilizat ca insecticid (pentru a controla moliile și acarienii), fungicid (pentru a preveni putregaiul rădăcinilor, făinarea, mucegaiul cenușiu și mana timpurie), respectiv bactericid (aceste extracte inhibând creșterea lui *Acinetobacter calcoaceticus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus spizizenii*, *Bacillus subtilis*, *Citrobacter freundii*, *Enterobacter aerogenes*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Serratia marcescens* sau *Vibrio parahaemolyticus*).

Concluzii

Urzica se dovedește a fi o resursă valoroasă în domeniul terapeutic, și nu numai, datorită diversității compușilor săi bioactivi și a efectelor benefice pe care le exercită asupra organismului uman și animal. Proprietățile sale multiple, de la acțiuni antiinflamatorii și antioxidante până la efecte protectoare asupra unor organe vitale, susțin utilizarea acestei plante atât în prevenția, cât și în ameliorarea diferitelor afecțiuni. Astfel, integrarea urzicii în cercetarea și practica medicală modernă poate contribui la dezvoltarea unor alternative naturale eficiente, consolidând rolul fitoterapiei în menținerea sănătății.

Referințe bibliografice

- [1] M. T. El-Saadony, A. M. Saad, D. M. Mohammed, S. A. Korma, M. Y. Alshahrani, A. E. Ahmed, E. H. Ibrahim, H. M. Salem, S. S. Alkafaas, A. M. Saif, S. S. Elkafas, M. A. Fahmy, T. A. Abd El-Mageed, M. M. Abady, H. Y. Assal, M. K. El-Tarabily, B. T. Mathew, S. F. AbuQamar, K. A. El-Tarabily, and S. A. Ibrahim, „Medicinal plants: bioactive compounds, biological activities, combating multidrug-resistant microorganisms, and human health benefits - a comprehensive review”, *Frontiers in Immunology*, 16, 2025, Article number 1491777, DOI: 10.3389/fimmu.2025.1491777
- [2] A. Chira, I. Rekik, F. Rahmouni, I. Amor, I. Ben, B. Gargouri, C. Kallel, K. Jamoussi, N. Allouche, A. El Feki, Y. Kadmi, and M. Saoudi, „Phytochemical Composition of *Urtica dioica* Essential Oil with Antioxidant and Anti-inflammatory Properties: In Vitro and In Vivo Studies”, *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 26(5), 2025, pp. 728–739. DOI: 10.2174/1389201023666220829104541
- [3] K.K. Bhusal, S.K. Magar, R. Thapa, A. Lamsal, S. Bhandari, R. Maharjan, S. Shrestha, and J. Shrestha, „Nutritional and pharmacological importance of stinging nettle (*Urtica dioica* L.): A review”, *Heliyon*, 8(6), 2022, DOI: 10.1016/j.heliyon.2022.e09717
- [4] L. Grauso, B. de Falco, V. Lanzotti, R. Motti, Stinging nettle, „*Urtica dioica* L.: botanical, phytochemical and pharmacological overview”, *Phytochemistry Reviews*, 19(6), 2020, pp. 1341–1377. DOI: 10.1007/s11101-020-09680-x
- [5] K. Malik, M. Ahmad, M. Öztürk, V. Altay, and M. Zafar, S. Sultana, „Medicinal Plants Used for Musculoskeletal Disorders”, *Herbals of Asia*, 2021, pp. 371–432, DOI: 10.1007/978-3-030-85222-1_7
- [6] S. A. Dar, F. A. Ganai, A. R. Yousuf, M. H. Balkhi, T. M. Bhat, and P. Sharma, „Pharmacological and toxicological evaluation of *Urtica dioica*”, *Pharmaceutical Biology*, 51(2), 2013, pp. 170–180, DOI: 10.3109/13880209.2012.715172
- [7] A. Chira and S. Lorenzetti, „Modulatory Effects of *Urtica dioica* on Neurodegenerative Diseases: Unveiling the Latest Findings and Applications Related to Neuroinflammation, Oxidative Stress, and

- Cognitive Dysfunction”, *Antioxidants*, 14(7), 2025, Article number 854, DOI: 10.3390/antiox14070854
- [8] N. Dhakal, R. Joshi, S. Acharya, S. Bhandari, A. Subedi, and M. Nath, „Exploring the diverse ethnopharmacological applications of *Urtica dioica* L.: An extensive review”, *Journal of Agricultural Sciences and Engineering*, 6(2), 2024, pp. 60-72, DOI: 10.48309/jase.2024.192244
- [9] Y. Taheri, C. Quispe, J. Herrera-Bravo, J. Sharifi-Rad, S. M. Ezzat, R. M. Merghany, S. Shaheen, L. Azmi, A. Prakash Mishra, B. Sener, and M. Kılıç, „*Urtica dioica*-derived phytochemicals for pharmacological and therapeutic applications”, *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2022(1), 2022, Article number 4024331, DOI: 10.1155/2022/4024331
- [10] S.B. Papang, K. Kuotsu, S. Pradhan, J. Timsina, S. Sharma, and A. Bhattacharjee, „Pharmacological Properties and Therapeutic Potential of *Urtica dioica*: A Comprehensive Review”, *Journal of Pharmaceutical Research*, 24(3), 2025, Article number 139, DOI: 10.18579/jopcr/v24.13.49
- [11] S. Thakura and A. Kaura, „*Urtica dioica*: A comprehensive review on bioactive compounds, health benefits and utilization”, *Herba Polonica*, 70(3), 2024, pp.1-20 DOI: 10.5604/01.3001.0054.6603
- [12] M. Alimoddin, S. Jayakumari, B. Fatima, N. Hasan, S. Ali, F. Sami, M. S. Ali, R. Nair, and M.T. Ansari, „Pharmacological applications of *Urtica dioica*: a comprehensive review of its traditional use and modern scientific evidence”, *Journal of Herbal Medicine*, 48, 2024, Article number 100935, DOI:10.1016/j.hermed.2024.100935
- [13] Y. Yao, D. Baronio, Y. C. Chen, C. Jin, and P. Panula, „The Roles of Histamine Receptor 1 (hrh1) in Neurotransmitter System Regulation, Behavior, and Neurogenesis in Zebrafish”, *Molecular Neurobiology*, 60(11), 2023, pp. 6660–6675, DOI: 10.1007/s12035-023-03447-z
- [14] D. Mahmood, R. Khanam, K. Pillai, and M. Akhtar, „Reversal of Oxidative Stress by Histamine H3 Receptor-Ligands in Experimental Models of Schizophrenia”, *Arzneimittelforschung*, 62(05), 2012, pp. 222–229. DOI: 10.1055/s-0031-1301326
- [15] A. H. Abu Almaaty, R. M. Mosaad, M. K. Hassan, E. H. A. Ali, G. A. Mahmoud, H. Ahmed, N. Anber, S. Alkahtani, M. M. Abdel-Daim,

- L. Aleya, and S. Hammad, „Urtica dioica extracts abolish scopolamine-induced neuropathies in rats”, *Environmental Science and Pollution Research*, 28(14), 2021, pp. 18134–18145, DOI: 10.1007/s11356-020-12025-y
- [16] J. -M. Yoo, B. D. Lee, D. E. Sok, J. Y. Ma, and M. R. Kim, „Neuroprotective action of N-acetyl serotonin in oxidative stress-induced apoptosis through the activation of both TrkB/CREB/BDNF pathway and Akt/Nrf2/Antioxidant enzyme in neuronal cells”, *Redox Biology*, 11, 2017, 592–599, DOI: 10.1016/j.redox.2016.12.034
- [17] S. Đurović, L. Pezo, U. Gašić, S. Gorjanović, F. Pastor, J. G. Bazarnova, Y.A. Smyatskaya, and Z. Zeković, „Recovery of Biologically Active Compounds from Stinging Nettle Leaves Part II: Processing of Exhausted Plant Material after Supercritical Fluid Extraction”, *Foods*, 12(4), 2023, Article number 809, DOI: 10.3390/foods12040809
- [18] S. Esposito, A. Bianco, R. Russo, A. Di Maro, C. Isernia, and P. Pedone, „Therapeutic Perspectives of Molecules from Urtica dioica Extracts for Cancer Treatment”, *Molecules*, 24(15), 2019, Article number 2753, DOI:10.3390/molecules24152753
- [19] S. Fattahi, A. M. Ardekani, E. Zabihi, Z. Abedian, A. Mostafazadeh, R. Pourbagher, and H. Akhavan-Niaki, „Antioxidant and Apoptotic Effects of an Aqueous Extract of Urtica dioica on the MCF-7 Human Breast Cancer Cell Line”, *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 14(9), 2013, pp. 5317–5323, DOI: 10.7314/APJCP.2013.14.9.5317
- [20] C. A. Karg, C. Doppler, C. Schilling, F. Jakobs, M. C. Dal Colle, N. Frey, D. Bernhard, A. M. Vollmar, and S. Moser, „A yellow chlorophyll catabolite in leaves of Urtica dioica L.: An overlooked phytochemical that contributes to health benefits of stinging nettle”, *Food chemistry*, 359, 2021, Article number 129906, DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.129906
- [21] N. Dakhli, A. López-Jiménez, C. Cárdenas, M. Hraoui, J. Dhaouafi, M. Bernal, H. Sebai, and M.A. Medina, „Urtica dioica aqueous leaf extract: chemical composition and in vitro evaluation of biological activities”, *International Journal of Molecular Sciences*, 26(3), 2025, Article number 1220, DOI: 10.3390/ijms26031220

- [22] D. Meridja, K. Belhamel, M. Harrat, C. Belhamel, and M. Yousfi, „Chemical composition and biological evaluation of traditional algerian plants *Melissa officinalis* L. and *Urtica dioica* L.”, *Chemistry Journal of Moldova*, 20(2), 2025, pp. 45-55, DOI: 10.19261/cjm.2025.1328
- [23] R. Upton, „Stinging nettles leaf (*Urtica dioica* L.): Extraordinary vegetable medicine”, *Journal of Herbal Medicine*, 3(1), 2013, pp. 9–38, DOI: 10.1016/j.hermed.2012.11.001
- [24] A. Chira, I. Dridi, F. Rahmouni, I. Ben Amor, B. Gargouri, C. Kallel, K. Jamoussi, A. El Feki, and M. Saoudi, „Neuroprotective and antioxidant effects of *Urtica dioica* extract against chlorpyrifos-induced toxicity: an in vivo study”, *3 Biotech*, 15(4), 2025, Article number 86, DOI: 10.1007/s13205-025-04239-z
- [25] P. F. Wang, F. Jiang, Q. M. Zeng, W. F. Yin, Y. Z. Hu, Q. Li, and Z. L. Hu, „Mitochondrial and metabolic dysfunction of peripheral immune cells in multiple sclerosis”, *Journal of Neuroinflammation*, 21(1), 2024, Article number 28, DOI: [10.1186/s12974-024-03016-8](https://doi.org/10.1186/s12974-024-03016-8)
- [26] M. Hedayati Ch, M. Abedinzade, K. Khanaki, B. Khakpour Tleghani, M. Golshekan, and E. Mohammadi, „Comparative Protective Effects of *Viola Spathulata*, *Urtica Dioica*, and *Lamium Album* on Endoplasmic Reticulum (ER) Stress in Rat Stroke Model”, *Caspian Journal of Neurological Sciences*, 7(3), 2021, pp. 172–179, DOI: 10.32598/CJNS.7.26.6
- [27] M. Alimoddin, S. Jayakumari, B. Fatima, N. Hasan, S. Ali, F. Sami, M.S. Ali, R. Nair, and M.T. Ansari, „Pharmacological applications of *Urtica dioica*: a comprehensive review of its traditional use and modern scientific evidence”, *Journal of Herbal Medicine*, 48, 2024, Article number 100935, DOI: 10.1016/j.hermed.2024.100935
- [28] A. Uyar, A. Dogan, T. Yaman, S. Uslu, S., Uyar, and I. Çelik, İsmail, „Ameliorative Effects of Nettle (*Urtica dioica*) Seed Extract on Methotrexate-Induced Hepatorenal Damage in Rats”, *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 13(6), 2025, pp. 1404–1416, DOI: 10.24925/turjaf.v13i6.1404-1416.7480
- [29] R. Dhouibi, H. Affes, M. Ben Salem, S. Hammami, Z. Sahnoun, K. M. Zeghal, and K. Ksouda, „Screening of pharmacological uses of

- Urtica dioica and others benefits”, *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 150, 2020, pp. 67–77, DOI: 10.1016/j.pbiomolbio.2019.05.008
- [30] P. Semwal, A. Rauf, A. Olatunde, P. Singh, M. Y. Zaky, M. M. Islam, A. A. Khalil, A. S. Aljohani, W. Al Abdulmonem, and G. Ribaud, „The medicinal chemistry of *Urtica dioica* L.: from preliminary evidence to clinical studies supporting its neuroprotective activity”, *Natural Products and Bioprospecting*, 13(1), 2023, p.16, DOI: 10.1007/s13659-023-00380-5
- [31] F. Namazi, E. Bordbar, F. Bakhshaei, and S. Nazifi, „The effect of *Urtica dioica* extract on oxidative stress, heat shock proteins, and brain histopathology in multiple sclerosis model”, *Physiological Reports*, 10(15), 2022, Article number 15404., DOI: 10.14814/phy2.15404
- [32] Y. Cetin, G. Akbas, J. Dursun, and S. A. Sanlı, LP-16 „Phytotherapeutic Potential of *Urtica dioica*: Antiviral Activity and Immunomodulatory Effects Against SARS-CoV-2”, *Toxicology Letters*, 411, 2025, Article number S447, DOI: 10.1016/j.toxlet.2025.07.1031
- [33] F. Sabzian-Molaei, M. A. Nasiri Khalili, M. Sabzian-Molaei, H. Shahsavarani, A. Fattah Pour, A. Molaei Rad, and A. Hadi, „*Urtica dioica* Agglutinin: A plant protein candidate for inhibition of SARS-COV-2 receptor-binding domain for control of Covid19 Infection”, *PLOS ONE*, 17(7), 2022, Article number 0268156, DOI: 10.1371/journal.pone.0268156
- [34] G. Akbas, S. Aydinlik, J. Dursun, F. Lia, M. Emrem, B. Mansuroğlu, and Y. Cetin, „Integrated Evaluation of *Urtica dioica* Extract Assessing Physicochemical Analysis with Antioxidant, Antiviral, and Immunomodulatory Effects Against SARS-CoV-2”, *Pharmaceuticals*, 19(5), 2026, Article number 693, DOI: 10.3390/ph19050693
- [35] S. Upreti, J.S. Prusty, A. Kumar, and M. Samant, „Identification of SARS-CoV-2 spike protein inhibitors from *Urtica dioica* to develop herbal-based therapeutics against COVID-19”, *World Journal of Traditional Chinese Medicine*, 9(1), 2023, pp.61-70, DOI: 10.4103/2311-8571.358784

- [36] F. Sabzian-Molaei, S. Hosseini, A. Alipour, H. Ghaderi, F. Fotouhi-Chahouki, A. Hadi, and H. Shahsavarani, „*Urtica dioica* agglutinin (UDA) as a potential candidate for inhibition of SARS-CoV-2 Omicron variants: in silico prediction and experimental validation”, *Phytomedicine*, 111, 2023, Article number 154648, DOI: 10.1016/j.phymed.2023.154648.
- [37] N. Di Virgilio, E. G. Papazoglou, Z. Jankauskiene, S. Di Lonardo, M. Praczyk, and K. Wielgusz, „The potential of stinging nettle (*Urtica dioica* L.) as a crop with multiple uses”, *Industrial Crops and Products*, 68, 2015, pp. 42–49, DOI: 10.1016/j.indcrop.2014.08.012
- [38] K. Wójcik-Borowska, W. Wójciak, M. Żuk, P. Luchowski, A. Skalska-Kamińska, W. Pacuła, I. Sowa, and M. Wójciak, „Oxidative stress protection and anti-inflammatory activity of polyphenolic fraction from *Urtica dioica*: In vitro study using human skin cells”, *Molecules*, 30(12), 2025, Article number 2515, DOI: 10.3390/molecules30122515
- [39] M. Sehari, M. Kouadria, M. Amirat, N. Sehari, and A. Hassani, „Phytochemistry and antifungal activity of plant extracts from Nettle (*Urtica dioica* L.)”, *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(1), 2020, pp.1-6.
- [40] C. Ferreira, R. Oliveira, „Antifungal properties of *Urtica dioica* against six phytopathogenic fungi”, *Biology and Life Sciences Forum*, 3(10), 2021, p. 27, MDPI.
- [41] M. González-Macedo, N. Cabirol, and M. Rojas-Oropeza, „Assessment of the ancestral use of garlic (*Allium sativum*) and nettle (*Urtica dioica*) as botanical insecticides in the protection of mesquite (*Prosopis laevigata*) seeds against bruchins”, *Journal of Plant Protection Research*, 61(2), 2021, pp.170-175, DOI: 10.24425/jppr.2021.137023

HEMOFILIA A: MANIFESTĂRI ȘI INVESTIGAȚII CLINICE. MANAGEMENTUL BOLII

Gabriela DUMITRU^{1*}, Stefania-Simona GRĂDINARU¹,
Silvia DUMITRAȘCU², Elena TODIRAȘCU-CIORNEA¹

¹ Universitatea Alexandru Ioan Cuza din Iași, Facultatea de Biologie, Departamentul de Biologie, B-dul Carol I, Nr. 20 A, 700506, Iași, România

² Școala Gimnazială Nr. 1 Râmnicelu, Str. Principală, 12750, jud. Buzău

*gabriela.dumitru@uaic.ro, 0232201522, 700506, Iași, Romania

Rezumat: Hemofilia A este o afecțiune genetică rară, cu transmitere recesivă legată de cromozomul X, caracterizată printr-un deficit parțial sau total de factor VIII de coagulare. Acest factor joacă un rol important în amplificarea cascadei de coagulare și în stabilizarea cheagului de fibrină. În absența unei activități adecvate a factorului VIII, formarea cheagului este incompletă sau instabilă, ceea ce duce la apariția sângerărilor spontane sau prelungite în urma unor leziuni minore. Aspectele de laborator prezintă un rol important atât în stabilirea diagnosticului, prin măsurarea activității factorului VIII și a timpului parțial de tromboplastină activată, cât și în monitorizarea terapiei de substituție sau a altor tratamente. Pe lângă diagnostic, managementul pacientului cu hemofilie A a cunoscut o evoluție considerabilă. În trecut tratamentele erau reactive, specifice pe episoadele hemoragice; în prezent se pune accent pe terapii profilactice care să prevină apariția sângerărilor și complicațiilor articulare cronice. Scopul lucrării este de a evidenția principalele aspecte de laborator implicate în diagnosticul și monitorizarea hemofiliei A și de a analiza elementele esențiale de management terapeutic modern, cu accent pe optimizarea calității vieții pacientului.

Cuvinte cheie: Hemofilia A; Manifestări clinice; Investigații de laborator; Tratament; Management

Introducere

Hemofilia A este o boală ereditară cauzată de mutații ale genei pentru factorul VIII (FVIII), localizată pe brațul lung al cromozomului X (Xq28). Boala se transmite pe cale recesivă, legată de cromozomul X. Aceasta afectează aproape doar sexul masculin (XY) deoarece cromozomul normal X la femeile heterozigote este capabil să asigure o producție suficientă de factor VIII, prevalența fiind estimată la aproximativ 1 la 5000 de băieți născuți. Femeile fiind purtătoare pot avea forme clinice variabile, de la forme severe, la forme moderate sau ușoare. Manifestările clinice includ hemoragiile musculare și articulare, hematoame și sângerări ale mucoaselor, cu impact major asupra calității vieții și funcționalității pacienților [1, 2].

Prima descriere modernă a hemofiliei îi aparține lui John Conrad Otto, un medic din Philadelphia, care în anul 1803 a publicat lucrarea intitulată "O relatare a unei dispoziții hemoragice în anumite familii" [3]. Acesta a înțeles trăsăturile caracteristice hemofiliei și anume tendința ereditară a bărbaților de a sângera. Totuși, prima utilizare a termenului "hemofilie" apare într-un eseu scris în anul 1828 de Hopff de la Universitatea din Zurich.

În funcție de nivelul activității FVIII în plasmă, hemofilia A este clasificată astfel:

- Severă (<1% activitate FVIII);
- Moderată (1-5%);
- Ușoară (5-40%).

Forma clinică se corelează, în general, cu gradul deficitului. Cea mai frecventă cauză a hemofiliei A severe este inversia și translocația exonilor 1-22, care afectează aproximativ 50% dintre pacienți. Alte mutații includ deleții mari, mutații nonsens și inserții care întrerup sinteza proteinei. Diagnosticul se bazează pe prezența unui APTT prelungit, în

condițiile unui timp de protrombină (PT) și număr de trombocite normale, urmat de dozarea specifică a activității FVIII [4, 5, 6].

Un diagnostic precis al unui defect de coagulare nu poate fi stabilit exclusiv pe baza manifestărilor clinice, deoarece simptomele sunt adesea nespecifice și pot varia considerabil între pacienți. Deși anumite semne, precum sângerările spontane, hematoamele recurente sau hemoragiile prelungite după intervenții minore pot sugera existența unei tulburări de coagulare, acestea nu sunt suficiente pentru identificarea factorului afectat. În acest context, investigațiile de laborator sunt esențiale pentru a stabili diagnosticul diferențial și a identifica în mod specific factorul de coagulare implicat [7, 8].

În anul 2009 [9], au fost publicate primele recomandări internaționale pentru diagnosticul și tratamentul anemiei hemolitice, bazate în principal pe experiența acumulată în tratarea unui număr mare de pacienți. De atunci, aceste ghiduri au fost completate cu noi date provenite din registrele clinice europene și americane precum EACH2 (European Acquired Haemophilia), SACHA (Surveillance des Auto-antiCorps au cours de L'Hemophilie Aquis), GTH (Gesellschaft für Thrombose-und Hamostaseforschung) și HTRS (Hemostasis and Thrombosis Research Society), care au oferit o bază mai solidă pentru luarea deciziilor terapeutice [10].

Manifestări clinice

Hemofilia A ereditară este o boală congenitală rară, cauzată de deficitul sau absența factorului VIII. Aceasta se transmite genetic, cel mai frecvent pe cale recesivă legată de cromozomul X. Manifestările clinice variază în funcție de severitatea deficitului de factor VIII, însă în formele grave ale sale, simptomele pot apărea chiar din copilărie. Cea mai caracteristică manifestare este hemartroza ce reprezintă sângerarea spontană în articulații, mai ales în genunchi, coate și glezne. Aceste episoade pot fi dureroase, ducând la inflamație, rigiditate și, în timp, chiar la deformări articulare ireversibile dacă nu sunt tratate corespunzător. Copiii cu hemofilie severă pot prezenta și hematoame musculare profunde,

care provoacă umflături și dureri, uneori cu risc de compresie asupra nervilor sau vaselor de sânge [11, 12].

Pe lângă manifestările interne, pot apărea în mod frecvent și echimoze extinse în urma unor traumatisme minore, dar uneori și spontan. Sângerările la nivelul mucoaselor precum epistaxisul sau sângerările gingivale, sunt întâlnite în formele moderate sau ușoare, adesea declanșate de activități zilnice, cum ar fi periajul dentar sau micile lovituri [13].

În majoritatea cazurilor, hemofilia A dobândită se manifestă printr-o tulburare hemoragică severă, cu debut brusc, ce poate duce la decesul pacientului în câteva săptămâni [14]. Spre deosebire de hemofilia A congenitală, sângerările spontane la nivelul articulațiilor sunt foarte rare în hemofilia A dobândită. Caracteristicile acestei forme dobândite, sunt hematoamele subcutanate extinse (Fig. 1), sângerări ale mucoaselor (din tractul gastrointestinal și gastro-urinar), precum și hemoragiile apărute în urma intervențiilor chirurgicale sau extracții dentare.



Fig. 1. Hematoame subcutanate [15]

Cele mai dificil de tratat sunt hemoragiile care apar la nivelul rănilor postoperatorii. Din acest motiv, la pacienții cu hemofilia A dobândită, este de preferat evitarea procedurilor invazive, atât diagnostice cât și terapeutice [15].

Hemoragiile intracraniene prezintă o evoluție rapidă și, de regulă, nu pot fi tratate la timp, însă în hemofilia A dobândită apar destul de rar. Sângerările la nivelul mușchilor membrelor sunt extrem de periculoase deoarece hematoamele situate în spații anatomice delimitate de fascii, pot exercita o presiune asupra nervilor și vaselor de sânge, ducând la leziuni ireversibile.

Printre manifestările clinice ale hemofiliei A dobândite se numără și sângerările prelungite după naștere, apărute cel mai frecvent după prima sarcină. În majoritatea cazurilor, autoanticorpii de titru dispar spontan în decursul a 30 de luni și rareori recidivează la sarcinile următoare; însă, în unele cazuri, anticorpii pot persista și pot determina hemoragii severe fie de la mamă, fie la făt, prin transfer transplacentar de anticorpi IgG. Cele mai grave situații apar prin hemoragii uterine masive în timpul travaliului sau mai frecvent în perioada post-partum (între 3 și 150 de zile după naștere) [16]. Datele din literatură prezintă o variabilitate în ceea ce privește intervalul dintre naștere și debutul simptomelor, titrul inhibitorilor și severitatea hemoragiilor. În majoritatea cazurilor, prognosticul este unul favorabil, anticorpii dispărând în mod spontan sau după un tratament imunosupresor precum corticoizi sau diferite combinații. Unii autori [17] au observat faptul că forma post-partum de hemofilia A dobândită are, în general, o evoluție bună, cu o rată de mortalitate scăzută, din 34 de cazuri unul singur fiind fatal.

Debutul bolii poate apărea imediat după naștere, manifestându-se printr-o hemoragie severă uterină sau vaginală sau se poate dezvolta până la 12 luni după naștere, având ca manifestare principală hematoamele subcutanate extinse, însoțite de hemoragii mucoase de intensitate variabilă. Într-un registru italian, publicat în anul 2003, este indicat faptul că hemofilia A dobândită apare de obicei, în perioada postpartum, la o medie de 60 de zile de la naștere. În Registrul European pentru hemofilia A dobândită, cazurile au fost identificate între 7 și 355 de zile după naștere, media fiind de 89 de zile, iar manifestarea predominantă a fost reprezentată de hematoame subcutanate în proporție de 45%, sângerări mucoase (43%), hematoame intramusculare sau hemoragii retroperitoneale (33%). Dintre persoanele evaluate, două femei au prezentat sângerări articulare, sângerări spontane au prezentat 45% din

pacienți, însă 55% au prezentat sângerări post-traumatice legate în principal de perioada peripartum și intervenții chirurgicale (9%) [18].

Important de menționat este faptul că, potrivit datelor din același registru, diagnosticul de hemofilie A dobândită asociată sarcinii sau perioadei postpartum a fost adesea întârziat. În medie, trec aproximativ 6 zile de la apariția primelor sângerări anormale până când se pune diagnosticul corect, însă pentru unele femei, această perioadă de incertitudine și risc se poate prelungi până la 21 de zile, ceea ce în contextul unei afecțiuni rare și potențial grave, poate avea consecințe serioase [18].

În multe dintre cazuri, hemoragiile produse de hemofilia A dobândită pot avea un caracter sever sau chiar pot pune viața în pericol, spre exemplu hematoamele retroperitoneale determinate de sângerările intramusculare. Boala poate debuta brusc, cu sângerări abundente după traumatisme sau intervenții chirurgicale sau prin hemoragii cerebrale [19, 20].

Investigații de laborator

În hemofilie, hemoragia articulară reprezintă manifestarea caracteristică a bolii, afectând frecvent articulațiile coartelor, genunchilor și gleznelor [2]. Prezența sângelui în interiorul articulației declanșează o serie de procese patologice, precum acumularea de fier, proliferarea sinovială și formarea de noi vase de sânge (angiogeneză), care pot evolua către sinovită cronică sau leziuni osteocondrale. Artropatia hemofilică avansată este o complicație severă, asociată cu durere intensă, limitarea mobilității și o calitate a vieții redusă. Deși aceste forme avansate sunt mai frecvent întâlnite la pacienții cu hemofilie severă, diferite studii au evidențiat probleme articulare și în rândul celor cu forme ușoare ale bolii [21].

Există diferite metode prin care se poate evalua starea articulațiilor la persoanele cu hemofilie. Atunci când se urmărește funcționarea clinică a articulațiilor, una dintre cele mai folosite metode este scorul de sănătate articulară în hemofilie [22]. În ceea ce privește imagistica, radiografia convențională a fost metoda standard de evaluare, însă are dezavantajul de a nu detecta modificările timpurii ale

articulațiilor. Ecografia, o metodă neivazivă, permite vizualizarea precisă a sinovialului, dar prezintă limitări în ceea ce privesc zonele centrale ale articulației. Imagistica prin rezonanță magnetică (RMN) oferă o imagine detaliată a țesuturilor moi din toate părțile articulației, motiv pentru care este considerată cea mai sensibilă metodă pentru identificarea modificărilor articulare [23]. Datele din literatură [24] arată că studiile RMN realizate pe pacienți cu hemofilie severă au ilustrat anomalii articulare chiar și la persoanele ce nu prezentau un istoric de hemoragii articulare. Acest lucru a sugerat faptul că hemoragiile subclinice, pot contribui la deteriorarea articulațiilor. Totodată, unii pacienți au prezentat leziuni structurale în articulații, deși prezentau doar câteva episoade de sângerare vizibilă. Aceste constatări sugerează că inclusiv persoanele cu episoade rare sau chiar fără sângerări ar putea fi expuse la riscul de afectare articulară.

Unii autori consideră că la o persoană cu hemofilia A dobândită, testele de laborator indică, de obicei, o prelungire de 2-3 ori a timpului de tromboplastină parțial activată (APTT), în timp ce timpul de protrombină (PT), timpul de trombină (TT), numărul de trombocite și nivelul plasmatic al fibrinogenului sunt în limite normale. Această combinație de rezultate ale testelor de laborator se regăsește și în deficiențele congenitale ale factorilor de coagulare VIII, IX, XI, XII precum și în prezența anticoagulantului lupic în plasmă. Spre deosebire de inhibitorii factorilor de coagulare, anticoagulantul lupic nu acționează direct asupra acestor factori, ci asupra fosfolipidelor, și nu provoacă sângerări, ci crește riscul apariției trombozelor [15].

În plus, este important ca testele de laborator pentru identificarea inhibitorului factorului VIII să fie efectuate înainte de inițierea tratamentului hemostatic. După administrarea unui agent hemostatic la unii pacienți cu hemofilie A dobândită, valoarea APTT se poate scurta sau chiar poate reveni la normal, poate perturba rezultatele analizelor ulterioare și poate duce la diagnosticarea greșită, prin excluderea greșită a hemofiliei A dobândite ca sursă a hemoragiei. Deoarece diagnosticul hemofiliei A dobândite se bazează atât pe observația clinică, cât și pe testele de laborator specializate este subliniată importanța unei colaborări

strânse între echipa medicală și specialiștii de laborator, pentru asigurarea unui diagnostic eficient și corect [15].

Tratamentul și managementul hemofiliei A

Managementul hemofiliei A reprezintă o provocare clinică semnificativă, având în vedere caracterul imprevizibil al sângerărilor și riscul crescut de complicații. Această afecțiune, necesită o abordare terapeutică bine structurată, care să urmărească două obiective esențiale: controlul și prevenirea sângerărilor pe termen scurt și, respectiv pe termen lung, precum și eliminarea inhibitorului și obținerea remisiunii complete. Monitorizarea continuă a pacienților și evaluarea eficacității tratamentului sunt aspecte esențiale pentru reducerea riscului de deces și îmbunătățirea prognosticului [2].

În formele rare de hemofilie A fără manifestări hemoragice, tratamentul adecvat al eventualelor comorbidități pot crește șansele de obținere a remisiunii. În cazul hemofiliei A dobândite, hemoragiile pot fi severe și cu debut brusc, ceea ce face esențială o intervenție rapidă.

Controlul prompt al sângerării este o componentă cheie a managementului, pentru prevenirea complicațiilor și reducerea riscului de deces. Conform recomandărilor internaționale, tratamentul hemostatic trebuie început imediat, odată ce diagnosticul de hemofilie A este confirmat, fără a aștepta scăderea titrului inhibitorului sau creșterea nivelului de FVIII [9]. Managementul terapeutic vizează: utilizarea de agenți bypass sau metode pentru stimularea creșterii nivelului de FVIII, alegerea strategiei făcându-se în funcție de localizarea și severitatea hemoragiei, dar și de particularitățile clinice ale pacientului [25].

Deoarece răspunsul la tratament nu este întotdeauna previzibil, managementul hemoragiei este realizat cu ajutorul investigațiilor de laborator și imagistică, pentru evaluarea hemostazei și rezoluția sângerării. Stabilirea hemoglobinei este un indicator util a controlului sângerării, iar monitorizarea hematoamelor retroperitoneale, intracracniene sau intramusculare se face prin ecografie sau CT. Hemoragiile locale pot fi controlate suplimentar cu fibrină topică sau agenți antifibrinolitici [9].

Unii autori arată că în situațiile în care titrul inhibitorilor era foarte ridicat și se asociau hemoragiile severe, s-au utilizat și metode de îndepărtare rapidă a autoanticorpilor, precum plasmafereza sau imuno-adsorbția [26]. Imuno-adsorbția a fost folosită fie în asociere cu administrarea de FVIII concentrat, fie ca parte a protocoalelor de toleranță imună. Cu toate acestea, fiind o procedură complexă și dificilă, a fost aplicată doar în centre specializate și nu a reprezentat o opțiune de primă linie în managementul hemofiliei A dobândite.

În cadrul acestor abordări terapeutice, în cazurile unde tratamentul de primă linie nu a avut succes, s-a recurs și la administrarea de rituximab, ca alternativă pentru eliminarea inhibitorilor. Alegerea acestui agent a avut la bază mecanismul său de acțiune direct asupra limfocitelor B, implicate în producerea autoanticorpilor anti-FVIII. Majoritatea pacienților testați, au obținut rezultate favorabile într-un procent de 90%. Cu toate acestea, rituximabul a fost considerat ca și opțiune de rezervă în cazurile pacienților ce nu au răspuns la tratamentul inițial [16].

Alți autori, analizând opțiunile terapeutice în hemofilia A dobândită, au evidențiat faptul că alegerea tratamentului farmacologic adecvat în hemofilia A dobândită depinde în mare măsură de patologia asociată și de evoluția clinică a pacientului [27]. Strategia terapeutică a avut în vedere două obiective esențiale și anume: controlul episodului hemoragic și eradicarea autoanticorpilor. Pentru controlul sângerărilor, autorii au descris două opțiuni principale: utilizarea de agenți de bypass sau strategii menite să crească nivelul circulant de FVIII. Alegerea celei mai potrivite opțiuni terapeutice s-a bazat pe localizarea și severitatea sângerării, precum și pe caracteristicile individuale ale pacientului [25]. Conform datelor raportate, agenții bypass au reprezentat tratamentul cel mai frecvent utilizat în prima linie [28].

În hemofilia A dobândită, la fel ca în forma congenitală asociată cu inhibitori, suprimarea și eliminarea inhibitorilor reprezintă obiectivul terapeutic esențial pentru restabilirea funcției hemostatice și pentru prevenirea riscului de hemoragie. Pentru obținerea acestuia, inițierea precoce a terapiei cu imunosupresoare este indispensabilă. Situațiile particulare precum cele postpartum sau induse de medicamente în care boala se poate remite spontan, administrarea cu imunosupresoare este

evitată [16]. Chiar dacă manifestările hemoragice sunt minore, riscul de hemoragie severă persistă, până când inhibitorii nu vor fi eliminați [29, 30]. Mai multe studii au demonstrat eficiența terapiei de inducere a toleranței imune, bazată pe administrarea repetată de doze mari de FVIII, în eliminarea inhibitorilor dezvoltați în hemofilia A congenitală [31]. Metodele considerate eficiente în cazul hemofiliei A dobândite au inclus atât administrarea de doze mari de FVIII, cât și procedurile de imunoabsorbție și terapia imunosupresoare [32].

Aceeași orientare terapeutică este subliniată și în alte lucrări de specialitate, unde se menționează în mod repetat utilizarea agenților imunosupresori precum prednisolul, azatioprina și ciclosporina, dar și a agenților antineoplazici ca ciclofosfamida, mercaptopurina și vincristina. Dintre acestea, administrarea de prednison, fie singur sau în asociere cu ciclofosfamida, constituie o strategie frecvent utilizată, asocierea celor două substanțe fiind raportată în numeroase studii ca având rezultate favorabile în eradicarea inhibitorilor [17, 33].

Unele studii [34] au subliniat faptul că hemofilia A dobândită este rezultatul unui mecanism autoimun prin care organismul își pierde toleranța imunologică față de factorul VIII, conducând la apariția autoanticorpilor inhibitori. Pe lângă necesitatea tratării hemoragiilor acute, eliminarea acestor inhibitori, care joacă un rol important în patogeneza bolii, era considerată o prioritate terapeutică. Terapia imunosupresoare, în special combinația prednison-ciclofosfamidă, era susținută ca opțiune inițială însă administrarea de rituximab se contura ca o alternativă favorabilă, mai ales pentru cazurile nonresponsive. În același timp, autorii evidențiază importanța aprofundării cercetărilor privind interacțiunea dintre mecanismele autoimune și imunitatea înăscută, considerând că o mai bună înțelegere a acestor procese deschide noi perspective în tratamentul și eliminarea inhibitorilor hemofiliei A dobândite [34].

Managementul modern al hemofiliei A a evoluat în ultimele decenii, urmărind nu doar tratarea episoadelor hemoragice, ci și prevenirea complicațiilor, menținerea calității vieții și adaptarea îngrijirii la nevoile individuale ale pacienților pe tot parcursul vieții. Standardul actual de tratament pentru pacienții diagnosticați cu hemofilie severă este

profilaxia regulată cu concentrate de factori de coagulare sau alte produse hemostatice, administrate de la vârste fragede, pentru a preveni episoadele de sângerare, în special cele la nivel articular și muscular, care pot duce la complicații musculo-scheletale grave [35, 36].

Terapia "la cerere" - administrarea factorilor doar la apariția sângerării - nu mai este recomandată ca opțiune pe termen lung. Implementarea programelor de profilaxie la domiciliu au demonstrat că pot evita complicațiile, permițând persoanelor cu hemofilie să ducă o viață relativ normală și că aceste programe trebuie însoțite de educarea pacienților, familiilor și personalului medical privind beneficiile profilaxiei și importanța respectării regimului de tratament [37, 38, 39].

De asemenea, la copiii mici profilaxia precoce poate fi cea mai eficientă metodă de a implementa, la nivel național, un tratament profilactic universal. Un aspect important în managementul hemofiliei A este monitorizarea atentă pentru apariția inhibitorilor, mai ales în perioada de risc maxim, în primele 20 de expuneri la concentrate de factori de coagulare și până la 75 de expuneri [40, 41].

Eliminarea inhibitorilor se realizează cel mai eficient prin terapia de inducere a toleranței imune. Pacienții care dezvoltă inhibitori trebuie să aibă acces și la eventualele intervenții chirurgicale, în centre specializate. Pentru pacienții care nu răspund la doze crescute de factori sunt necesari agenții bypass [4, 42].

Prevenirea și gestionarea complicațiilor musculo-scheletale reprezintă un alt aspect al managementului hemofilic, având un impact major asupra sănătății, autonomiei și calității vieții. Tratamentul eficient al sângerărilor musculo-scheletale presupune combinația între terapia de substituție și fizioterapia realizată de specialiști cu experiență în hemofilie [43].

Pacienții au nevoie de accesul constant la specialiști în acest tip de afecțiuni, evaluările fiind anuale și monitorizate permanent pentru aplicarea măsurilor de precauție. Pe măsură ce pacienții cu hemofilie îmbătrânesc, apar și provocări suplimentare legate de comorbidități și de complicațiile asociate vârstei. Printre acestea se enumeră: bolile cardiovasculare, hipertensiunea, diabetul și obezitatea-afecțiuni care, potrivit multor studii apar la acești pacienți [44, 45, 46].

Concluzii

Cele mai importante aspecte desprinse din literatură arată că, deși hemofilia A dobândită rămâne o patologie rară și complexă, progresele în înțelegerea mecanismelor de producere a inhibitorilor și dezvoltarea unor strategii terapeutice mai eficiente au contribuit la îmbunătățirea rezultatelor clinice.

Datele din literatură literatură evidențiază faptul că tratamentul hemofiliei A trebuie adaptat individual, în funcție de severitatea manifestărilor clinice și de titrul inhibitorilor. Agenții de bypass constituie baza terapiei hemostatice, în timp ce terapia imunosupresoare combinată rămâne esențială pentru eliminarea inhibitorilor.

Managementul hemofiliei A, atât în formele congenitale cât și în cele dobândite, necesită o abordare personalizată și complexă, care să includă prevenirea și tratamentul complicațiilor, monitorizarea atentă a inhibitorilor și adaptarea terapiei în funcție de nevoile fiecărui pacient.

Deși există profilaxia precoce, terapiile de inducere a toleranței imune și agenții bypass au demonstrat eficiență, însă costurile ridicate și limitările actuale ale tratamentelor subliniază necesitatea continuării cercetării și inovării în domeniu. Alegerea strategiei terapeutice trebuie să fie întotdeauna individualizată, ținând cont de severitatea clinică, titrul inhibitorilor și răspunsul la tratamentele administrate.

Referințe bibliografice

- [1]. V. S. Blanchette, N. S. Key, L. R. Ljung, M. J. Manco-Johnson, H. M. Van Den Berg, and A. Srivastava, „Definitions in hemophilia: communication from the SSC of the ISTH”, *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, 12(11), 2014, pp. 1935-1939.
- [2]. A. Srivastava, E. Santagostino, A. Dougall, S. Kitchen, M. Sutherland, S. W. Pipe, M. Carcao, J. Mahlangu, M. V. Ragni, J. Windyga, A. Llinás, N. J. Goddard, R. Mohan, P. M. Poonnoose, B. M. Feldman, S. Z. Lewis, H. M. Van Den Berg, and G. F. Pierce,

- „WFH Guidelines for the management of hemophilia”, *Hemophilia*, 26(6), 2020, pp. 1-158, DOI: [10.1111/hae.14046](https://doi.org/10.1111/hae.14046).
- [3]. J. C. Otto, „An account of an hemorrhagic disposition existing in certain families”, *The American Journal of Medicine*, 11(5), 1996, pp. 557-558.
- [4]. J. Oldenburg, J. N. Mahlangu, B. Kim, C. Schmitt, M. U. Callaghan, G. Young, E. Santagostino, R. Kruse-Jarres, C. Negrier, C. Kessler, N. Valente, E. Asikanius, G. G. Levy, J. Windyga, and M. Shima, „Emicizumab prophylaxis in hemophilia A with inhibitors”, *New England Journal of Medicine*, 377(9), 2017, pp. 809-818, DOI: [10.1056/NEJMoal703068](https://doi.org/10.1056/NEJMoal703068).
- [5]. A. Tiede, P. Collins, P. Knoebl, J. Teitel, C. Kessler, M. Shima, G. Di Minno, R. d’Oiron, P. Salaj, V. Jiménez-Yuste, and A. Huth-Kühne, „International recommendations on the diagnosis and treatment of acquired hemophilia A”, *Haematologica*, 105(7), 2020, pp.1791-1801, DOI: [10.3324/haematol.2019.230771](https://doi.org/10.3324/haematol.2019.230771).
- [6]. A. P. S. Correia, R. S. Leal, E. J. S. Freitas, M. M. P. Luciano, A. P. Alcantara, F. L. O. Gomes, M. O. O. Nascimento, S. R. L. Albuquerque, R. Ramasawmy, and J. P. M. Neto, „Recent advances in the field of hemophilia diagnosis and treatment”, *Hematology, Transfusion and Cell Therapy*, 47(3), 2025, Article number 104970, DOI: [10.1016/j.htct.2025.104970](https://doi.org/10.1016/j.htct.2025.104970).
- [7]. U. Hedner, D. Ginsburg, M. L. Lusher, and A. High, „Congenital Hemorrhagic Disorders: new insights into the pathophysiology and treatment of hemophilia”, *Hematology*, 2000, pp. 241-265, DOI: [10.1182/asheducation-2000.1.241](https://doi.org/10.1182/asheducation-2000.1.241)
- [8]. A. Coppola and M. Franchini, „Advances in the Management of Hemophilia and Bleeding Disorders: Achievements and Perspectives”, *Seminars in Thrombosis and Hemostasis*, 51(1), 2025, pp. 002-004, DOI: [10.1055/s-0044-1800835](https://doi.org/10.1055/s-0044-1800835).
- [9]. A. Huth-Kuhne, F. Baudo, P. Collins, J. Ingerslev, C. M. Kessler, H. Lévesque, M. E. Mingot Castellano, M. Shima, and J. St-Luis, „International recommendations on the diagnosis and treatment of patients with acquired hemophilia A”, *Haematologica*, 94, 2009, pp. 566-575, DOI: [10.3324/haematol.2008.001743](https://doi.org/10.3324/haematol.2008.001743).

- [10]. F. Baudo, P. Collins, A. Huth-Kühne, L. Hervé, P. Marco, L. Nemes F. Pellegrini, L. Tengborn, and P. Knoebl, „Management of bleeding in acquired hemophilia A: results from the European Acquired Haemophilia (EACH2) Registry”, *Blood, The Journal of the American Society of Hematology*, 120(1), 2012, pp:39-46, DOI: [10.1182/blood-2012-02-408930](https://doi.org/10.1182/blood-2012-02-408930).
- [11]. B. A. Konkle and S. N. Fletcher, *Hemophilia A*. GeneReviews, Seattle (WA): University of Washington, Seattle, 2000.
- [12]. K. Kovač, I. L. Caktaš, N. Kalebota, and P. Perić, „Hemophilic Arthropathy-Pathophysiology and Advances in Treatment”, *Rheumatology*, 5(2), 2025, Article number 5, DOI: [10.3390/rheumato5020005](https://doi.org/10.3390/rheumato5020005).
- [13]. P. W. Collins, „Management of acquired haemophilia A”, *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, 9(Suppl 1), 2011, pp. 226-235, DOI: [10.1111/j.1538-7836.2011.04309.x](https://doi.org/10.1111/j.1538-7836.2011.04309.x).
- [14]. P. Knoebl, P. Marco, F. Baudo, P. Collins, A. Huth-Kühne, L. Nemes, F. Pellegrini, L. Tengborn, and H. Lévesque, EACH2 „Registry Contributors. Demographic and clinical data in acquired hemophilia A: results from the European Ac quired Haemophilia Registry (EACH2)”, *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, 10(4), 2012, pp. 622-631, DOI: [10.1111/j.1538-7836.2012.04654.x](https://doi.org/10.1111/j.1538-7836.2012.04654.x).
- [15]. J. Windyga, B. Baran, E. Odnoczko, A. Buczma, K. Drews P. Laudanski, B. Pietrzak, and P. Sieroszewski, „Treatment guidelines for acquired hemophilia A”, *Ginekologia polska*, 90(6), 2019, pp. 353-364, DOI: [10.5603/GP.2019.0063](https://doi.org/10.5603/GP.2019.0063).
- [16]. M. Franchini, „Postpartum acquired factor VIII inhibitors”, *American Journal of Hematology*, 81, 2006, pp. 768-773, DOI: [10.1002/ajh.20702](https://doi.org/10.1002/ajh.20702).
- [17]. J. Delgado, V. Jimenez-Yuste, F. Hernandez-Navarro, and A. Villar, „Acquired haemophilia: Review and meta-analysis focused on therapy and prognostic factors”, *British Journal of Haematology*, 121, 2003, pp. 21-35, DOI: [10.1046/j.1365-2141.2003.04162.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2141.2003.04162.x).
- [18]. L. Tengborn, F. Baudo, A. Huth-Kühne, P. Knoebl, H. Lévesque, P. Marco, F. Pellegrini L. Nemes, and P. Collins, „EACH2 registry contributors. Pregnancy-associated acquired haemophilia A: results

- from the European Acquired Haemophilia (EACH2) registry”, BJOG, 119(12), 2012, pp. 1529-37, DOI: [10.1111/j.1471-0528.2012.03469.x](https://doi.org/10.1111/j.1471-0528.2012.03469.x).
- [19]. L.N. Boggio and D. Green, „Acquired hemophilia”, *Reviews in Clinical and Experimental Hematology*, 5, 2001, pp. 389-404, DOI: [10.1046/j.1468-0734.2001.00049.x](https://doi.org/10.1046/j.1468-0734.2001.00049.x).
- [20]. F.U.I. Mir, U.A. Nizam, A.H. Baba, S. Arshad, S. Maqbool, and M. Mir, „Acquired Haemophilia A Associated With Suspected Chronic Neutrophilic Leukaemia Presenting As Fatal Retroperitoneal Haemorrhage in an Elderly Patient”, *Cureus*, 17(7), 2025, Article number 87400, DOI: [10.7759/cureus.87400](https://doi.org/10.7759/cureus.87400).
- [21]. L. F. D. van Vulpen, K. Holstein, and C. Martinoli, „Joint disease in haemophilia: pathophysiology, pain and imaging”, *Haemophilia*, 24(6), 2018, pp. 44-49, DOI: [10.1111/hae.13449](https://doi.org/10.1111/hae.13449).
- [22]. P. Hilliard, S. Funk, N. Zourikian. B. -M. Bergstrom, C. S. Bradley, M. Mclimont, M. Manco-Johnson, P. Petrini, M. van den Berg, and B. M. Feldman, „Hemophilia joint health score reliability study”, *Haemophilia*, 12(5), 2006, pp. 518-525, DOI: [10.1111/j.1365-2516.2006.01312.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2516.2006.01312.x).
- [23]. W. Foppen, K. Fischer, and I. C. van der Schaaf, „Imaging of haemophilic arthropathy: awareness of pitfalls and need for standardization”, *Haemophilia*, 23(5), 2017, pp. 645- 647.
- [24]. A. F. Zwagemaker, F. R. Kloosterman, R. Hemke, S. C. Gouw, M. Coppens L. G. R. Romano, M. J. H. A. Kruij, M. H. Cnossen, F. W. G. Leebeek, B. A. Hutten, M. Maas, and K. Fijnvandraat, „Joint status of patients with nonsevere hemophilia A”, *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, 20(5), 2022, pp. 1126-1137, DOI: [10.1111/jth.15676](https://doi.org/10.1111/jth.15676).
- [25]. C. M. Kessler, „Acquired factor VIII autoantibody inhibitors: current concept and potential therapeutic strategies for the future”, *Haematologica*, 85(10), 2000, pp. 57-63.
- [26]. M. Jansen, S. Schnaldienst S. Banyai, P. Quehenberger, I. Pabinger, and K. Derfler, „Treatment of coagulation inhibitors with extracorporeal immunoadsorption (Ig-Therasorb)”, *British Journal of Haematology*, 112, 2001, pp. 91-97.

- [27]. O. Shapiro, „Inhibitor treatment: State of the art”, *Seminars in Hematology*, 38, 2001, pp. 26-34, DOI: [10.1016/s0037-1963\(01\)90144-1](https://doi.org/10.1016/s0037-1963(01)90144-1).
- [28]. M. Franchini, G. Targher, M. Montagnana, and G. Lippi, „Laboratory, clinical and therapeutic aspects of acquired hemophilia A”, *Clinica Chimica Acta*, 395(1-2), 2008, pp. 14-18, DOI: [10.1016/j.cca.2008.05.003](https://doi.org/10.1016/j.cca.2008.05.003).
- [29]. I. Tanaka, K. Amano, T. Matsushita, and S. Higasa, „Practice guideline for acquired hemophilia A”, *Japanese Journal of Thrombosis and Hemostasis*, 22, 2011, pp. 295-322.
- [30]. P. Collins, F. Baudo, A. Huth-Kühne, J. Ingerslev, C. M. Kessler, M. E. Mingot Castellano M. Shima, J. St-Louis, and H. Lévesque, „Consensus recommendations for the diagnosis and treatment of acquired hemophilia A”, *BMC Research Notes*, 3(161), 2010, Doi: [10.1186/1756-0500-3-161](https://doi.org/10.1186/1756-0500-3-161)
- [31]. D. M. di Michele, „Immune tolerance induction in haemophilia: evidence and the way forward”, *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, 9(1), 2011, pp. 216-225, DOI: [10.1111/j.1538-7836.2011.04349.x](https://doi.org/10.1111/j.1538-7836.2011.04349.x).
- [32]. H. Zeitler, G. Ulrich-Merzenich, L. Hess, E. Konsek, C. Unkrig, P. Walger, H. Vetter, and H. -H. Brackmann, „Treatment of acquired hemophilia by the Bonn-Malmo Protocol: documentation of an in vivo immunomodulating concept”, *Blood*, 105(6), 2005, pp. 2287-2293, DOI: [10.1182/blood-2004-05-1811](https://doi.org/10.1182/blood-2004-05-1811).
- [33]. P. W. Collins, S. Hirsch, T. P. Baglin, G. Dolan, J. Hanley, M. Makris, D. M. Keeling R. Liesner, S. A. Brown, and C. R. Hay, „Acquired hemophilia A in the United Kingdom: a 2-year national surveillance study by the United Kingdom Haemophilia Centre Doctors Organisation”, *Blood*, 109, 2007, pp. 1870-1877, DOI: [10.1182/blood-2006-06-029850](https://doi.org/10.1182/blood-2006-06-029850).
- [34]. S. Yoshihiko and T. Tomohiro, „Acquired hemophilia A: a frequently overlooked autoimmune hemorrhagic disorder”, *Journal of Immunology Research*, 2014(1), 2014, Article number 320674, DOI: [10.1155/2014/320674](https://doi.org/10.1155/2014/320674).

- [35]. A. C. Weyand and S. W. Pipe, „New therapies for hemophilia”, *Blood*, 133(5), 2019, pp. 389-398, DOI: [10.1182/blood-2018-08-872291](https://doi.org/10.1182/blood-2018-08-872291).
- [36]. N. W. P. W. Suryantarini, „Update on Pathophysiology and Management of Complication in Children With Haemophilia: A Literature Review from 2020-2025”, *Jurnal Kedokteran (Unram Medical Journal)*, 14(4), 2025, pp.184-194, DOI: [10.29303/jk.v14i4.7609](https://doi.org/10.29303/jk.v14i4.7609).
- [37]. K. Khair, L. Meerabeau, and F. Gibson, „Self-management and skills acquisition in boys with haemophilia”. *Health Expect*, 18(5), 2015, pp. 1105-1113.
- [38]. G. Lee Mortensen, A. M. Strand, and L. Almen, „Adherence to prophylactic haemophilic treatment in young patients transitioning to adult care: a qualitative review”, *Haemophilia*, 24(6), 2018, pp. 862-872, DOI: [10.1111/hae.13621](https://doi.org/10.1111/hae.13621).
- [39]. L. H. Schrijvers, M. J. Schuurmans, and K. Fischer, „Promoting self-management and adherence during prophylaxis: evidence-based recommendations for haemophilia professionals”, *Haemophilia*, 22(4), 2016, pp. 499-506, DOI: [10.1111/hae.12904](https://doi.org/10.1111/hae.12904).
- [40]. S. Dunkley, J. C. M. Lam, M. J. John, R. S. M. Wong, H. Tran, R. Yang, S. C. Nair, M. Shima, and A. Street, Srivastava „Principles of haemophilia care:the Asia-Pacific perspective”, *Haemophilia*, 24(3), 2018, pp. 366-375, DOI: [10.1111/hae.13425](https://doi.org/10.1111/hae.13425).
- [41]. H. M. van den Berg, K. Fischer, M. Carcao, H. Chambost, G. Kenet, K. Kurnik, C. Königs C. Male, E. Santagostino, and R. Ljung, „Timing of inhibitor development in more than 1000 previously untreated patients with severe hemophilia A”, *Blood*, 134(3), 2019, pp. 317-320, DOI: [10.1182/blood.2019000658](https://doi.org/10.1182/blood.2019000658).
- [42]. P. L. F. Giangrande, C. Hermans, B. O'mahony, P. De Kleijn, M. Bedford, A. Batorova J. Blatný, and K. Jansone, „European principles of inhibitor management in patients with haemophilia”, *Orphanet Journal of Rare Diseases*, 13(1), 2017, Article Number 66, DOI: [10.1186/s13023-018-0800-z](https://doi.org/10.1186/s13023-018-0800-z).
- [43]. G. Blamey, A. Forsyth, N. Zourikian, L. Short, N. Jankovic, P. de Kleijn, and T. Flannery, „Comprehensive elements of a

- physiotherapy exercise programme in haemophilia-a global perspective”, *Haemophilia*, 16(5), 2010, pp. 136-145 DOI: [10.1111/j.1365-2516.2010.02312.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2516.2010.02312.x).
- [44]. R. Zimmermann, P. Staritz, and A. Huth-Kühne, „Challenges in treating elderly patients with haemophilia: a focus on cardiology”, *Thrombosis Research*, 134(1), 2014, S48-S52, DOI: [10.1016/j.thromres.2013.10.023](https://doi.org/10.1016/j.thromres.2013.10.023).
- [45]. M.Y. Li and R.K. Pruthi, „Cardiovascular disease risk factors: prevalence and management in adult hemophilia patients”, *Blood Coagulation & Fibrinolysis*, 22(5), 2011, pp. 402-406, DOI: [10.1097/MBC.0b013e328345f582](https://doi.org/10.1097/MBC.0b013e328345f582).
- [46]. D. Angelini and S.L. Sood, „Managing older patients with hemophilia”, *Hematology 2014, the American Society of Hematology Education Program Book*, 2015(1), 2015, pp. 41-47, DOI: [10.1182/asheducation-2015.1.41](https://doi.org/10.1182/asheducation-2015.1.41).

VALENȚELE TERAPEUTICE ALE ACIDULUI CAFEIC ÎN MEDICINA CONTEMPORANĂ

Elena-Iuliana FODOR, Elena TODIRAȘCU-CIORNEA*, Gabriela DUMITRU

*Universitatea Alexandru Ioan Cuza din Iași, Facultatea de Biologie,
Departamentul de Biologie, B-dul Carol I, nr. 20 A, 700506, Iași, România*
**ciornea@uaic.ro, 0232201522, 700506, Iași, Romania*

Rezumat: Acidul cafeic este un compus fenolic larg răspândit în regnul vegetal, recunoscut pentru diversitatea proprietăților sale biologice și pentru potențialul său terapeutic. Prezentul articol sintetizează datele din literatura de specialitate privind efectele antioxidante, antiinflamatorii, antiproliferative, antidiabetice, antiaterosclerotice, neuroprotectoare, antibacteriene și antivirale ale acidului cafeic. Mecanismele de acțiune implică, în principal, neutralizarea speciilor reactive de oxigen, modularea căilor de semnalizare celulară implicate în inflamație și proliferare, precum și influențarea metabolismului glucidic și lipidic. De asemenea, sunt analizate efectele sale asupra sistemului cardiovascular și nervos, precum și activitatea antimicrobiană împotriva unor agenți patogeni relevanți. În concluzie, acidul cafeic se conturează ca un candidat valoros pentru dezvoltarea unor strategii terapeutice inovatoare, având aplicații potențiale în prevenția și tratamentul mai multor afecțiuni cronice, dar, în ciuda rezultatelor promițătoare evidențiate în studiile experimentale și preclinice, sunt necesare cercetări suplimentare pentru validarea eficacității și siguranței în context clinic.

Cuvinte cheie: Acid cafeic; Antioxidant; Neuroprotector; Antiproliferativ

Introducere

De-a lungul timpului, interesul pentru o serie de „supraalimente” a crescut constant, acest fenomen fiind justificat de conținutul ridicat de polifenol [1] și micronutrienți prezenți în cantități semnificative în alimentația noastră. Cercetările privind implicarea lor în prevenirea bolilor cardiovasculare și a cancerului sunt în continuă dezvoltare. Acești compuși au atras atenția și în aplicarea proprietăților lor terapeutice, având un rol important și în aplicațiile industriale [2]. În plus, polifenolii reprezintă o categorie diversă de compuși organici, caracterizați printr-o mare variabilitate structurală și chimică [3]. Această complexitate îi diferențiază semnificativ de alți antioxidanți, conferindu-le un interes deosebit atât în cercetarea științifică, cât și în rândul publicului larg. Popularitatea lor se explică prin capacitatea lor remarcabilă de a neutraliza radicalii liberi, prin prezența lor abundentă în dieta umană și prin potențialul lor de a reduce riscul afecțiunilor asociate cu stresul oxidativ, cum ar fi cancerul, bolile cardiovasculare și tulburările neurodegenerative [3].

În ultimele decenii, cercetarea globală a generat un volum considerabil de informații despre polifenoli, reflectat de publicarea a aproximativ 40.000 de studii din 1990 până în prezent (conform Science Citation Index – WoS). Aceste lucrări au abordat atât compoziția chimică și mecanismele prin care polifenolii exercită efecte biologice, cât și impactul acestora evidențiat în studiile *in vitro* și *in vivo*. Cu toate acestea, deși rezultatele sunt promițătoare și susțin potențialul polifenolilor în prevenirea anumitor boli, datele privind consumul acestora la nivel populațional rămân limitate. În consecință, în ciuda progreselor înregistrate, nu se pot stabili încă doze optime și recomandări dietetice clare. Astfel, sunt necesare cercetări suplimentare pentru a formula ghiduri nutriționale bazate pe dovezi solide [4]. Prin urmare, pentru a consolida credibilitatea științifică și a evidenția efectele reale ale polifenolilor asupra sănătății umane, studiile privind natura, distribuția și biodisponibilitatea acestor compuși în dietă continuă să se dezvolte, urmărind obținerea celor mai precise și relevante rezultate [5].

În urma unor ample investigații științifice efectuate de-a lungul timpului, au fost identificate peste 8000 de structuri distincte de polifenoli

la diverse specii de plante, aspect documentat în numeroase studii de specialitate [6]. Această diversitate structurală reflectă complexitatea ridicată a acestei clase de compuși bioactivi și contribuie la variabilitatea efectelor lor biologice. Din perspectiva clasificării chimice [2], subîmpart polifenolii alimentari în mai multe clase principale, și anume: acizi fenolici (care includ acizii hidroxibenzoic și hidroxicinamic), stilbeni (resveratrol, piceatannol), lignani (sesamol, pinorezinol, sinol, enterodiol), flavonoizi (subdivizați în flavanoli, izoflavone, antocianine, flavanone, flavone și flavonoli), inclusiv taninuri hidrolizabile, nehidrolizabile și condensate, lignine, xantone, cromone, antrachinone. Această clasificare evidențiază atât diversitatea structurală, cât și potențialul funcțional al polifenolilor în contextul nutriției și sănătății umane.

Printre clasele majore de polifenoli, acizii fenolici se remarcă prin distribuția lor largă și relevanța biologică, constituind o categorie de interes deosebit în studiile nutriționale și biochimice. Termenul „acizi fenolici” desemnează în principal compușii fenolici care conțin o grupare carboxilică [7]. Aceștia sunt distribuiți pe scară largă în alimentele de origine vegetală, fiind prezenți în semințe, pielețe de fructe și frunze de legume, de obicei sub formă conjugată cu alte molecule, cum ar fi esteri, amide sau glicozide, dar și, într-o măsură mai mică, sub formă liberă [8]. Din punct de vedere structural, acizii fenolici se caracterizează prin prezența unui singur inel aromatic substituit cu grupări hidroxil și a unei funcții carboxilice, structură care stă la baza proprietăților lor bioactive [9].

Proprietățile antioxidante ale acizilor fenolici sunt atribuite capacităților lor de a dona atomi de hidrogen sau electroni, precum și stabilităților structurale conferite de rezonanță, mecanisme care le permit să neutralizeze radicalii liberi și să participe la procesul de „captare” sau stingere a oxigenului singlet [7]. Din punct de vedere al clasificării, acizii fenolici sunt împărțiți în două subgrupuri principale: acizi hidroxibenzoici și acizi hidroxicinamici. În timp ce prima categorie include compuși precum acidul galic și acidul protocatehuic, a doua include acizi de interes major, cum ar fi acidul clorogenic, acidul ferulic și, în special, acidul cafeic.

Datorită frecvenței sale ridicate în alimentele de origine vegetală și a activităților biologice pronunțate, acidul cafeic este considerat unul

dintre cei mai reprezentativi acizi hidroxicinamici, studiat intens pentru potențialul său antioxidant și efectele benefice asupra sănătății [10].

Efecte terapeutice

Conform literaturii de specialitate, acidul cafeic este un compus polifenolic pe care oamenii îl consumă zilnic, în principal prin intermediul cafelei. Acesta a fost frecvent studiat pentru potențialele sale efecte asupra afecțiunilor precum cancerul, diabetul, ateroscleroza, boala Alzheimer, precum și asupra infecțiilor bacteriene și virale [11]. Prin consumul zilnic de băuturi precum cafeaua (inclusiv variantele decofeninizate) sau vinul roșu, organismul uman intră în contact cu acidul cafeic, un polifenol natural prezent în numeroase specii vegetale. Aportul alimentar al acestui compus poate varia semnificativ, consumatorii obișnuiți de cafea putând ajunge la un aport zilnic de aproximativ 500 mg, în timp ce la persoanele care nu consumă cafea, ingestia este considerabil mai redusă, situându-se în jurul a 25 mg pe zi. De asemenea, pe lângă aceste surse, acidul cafeic este întâlnit într-o gamă largă de alimente de origine vegetală, precum merele, prunele, merișoarele și aronia neagră, dar este prezent și în plante aromatice din familia *Lamiaceae*, inclusiv salvia, cimbrul, oregano, maghiranul și menta. Dintre sursele menționate, aronia neagră prezintă concentrații ridicate ale acestui compus, în timp ce cafeaua contribuie relativ modest la aportul total [12].

La nivel fiziologic, datele privind distribuția și metabolismul acidului cafeic în organismul uman sunt încă limitate, dar studiile existente indică o absorbție și un metabolism rapid. De exemplu, după consumul de vin roșu, concentrațiile sale plasmatică pot deveni detectabile în aproximativ o oră. Datorită structurii sale chimice, acidul cafeic prezintă activitate antioxidantă, dar efectele sale biologice sunt mai complexe, fiind implicat în modularea proceselor asociate cu patologii precum cancerul, diabetul, obezitatea și bolile neurodegenerative, inclusiv Alzheimer și Parkinson [12].

În ceea ce privește efectele acidului cafeic asupra sănătății umane, datele din literatura de specialitate [13-15] indică faptul că principala sa activitate biologică este cea antioxidantă, aceasta fiind cea mai bine

caracterizată și intens studiată. Astfel, acidul cafeic a fost studiat pe larg pentru multiplele sale activități biologice, fiind evidențiat predominant pentru efectele sale antioxidante. Acesta acționează prin mai multe mecanisme complementare, inclusiv neutralizarea radicalilor liberi, inhibarea reacțiilor de oxidare a lipidelor și reducerea modificărilor oxidative la nivelul biomoleculilor esențiale, cum ar fi lipidele membranare, proteinele și acizii nucleici. Prin capacitatea sa de a interveni în aceste procese, acidul cafeic contribuie la reducerea stresului oxidativ și la menținerea homeostaziei celulare. De asemenea, prin efectele sale antioxidante, este implicat în protecția structurală a celulelor împotriva deteriorării induse de speciile reactive de oxigen, ceea ce îi conferă un rol important în limitarea procesului patologic asociat stresului oxidativ. În acest context, literatura de specialitate evidențiază interesul crescut pentru studiile compușilor polifenolici naturali, inclusiv acidul cafeic, datorită potențialului lor de a modula mecanismele biologice implicate în diverse acțiuni [11, 16].

Mai mult decât atât, conform literaturii de specialitate [17], acidul cafeic are și alte activități biologice relevante, fiind evidențiat pentru efectul său antiproliferativ asupra diferitelor linii celulare tumorale. Acesta poate acționa atât ca agent independent, cât și în combinație cu medicamente chimioterapeutice, având potențialul de a spori răspunsul terapeutic, de a reduce dozele necesare de medicamente anticancerigene și de a contribui la depășirea fenomenului de rezistență la tratament. În plus, cercetările au arătat că acidul cafeic poate interveni în procesele de formare a compușilor potențial nocivi generați în timpul tratamentelor termice ale alimentelor bogate în proteine. Astfel, poate inhiba sinteza anumitor amine heterociclice cu potențial mutagen și cancerigen, cum ar fi PhIP (2-amino-1-metil-6-fenil-imidazo[4,5-b]piridina), care se formează în special în carnea preparată la temperaturi ridicate [18]. În același timp, acidul cafeic a fost investigat în relație cu cancerul pulmonar, studiile demonstrând efecte promițătoare asupra viabilității celulelor tumorale. Rezultatele arată că, la concentrații mari, acesta poate reduce viabilitatea celulelor canceroase pulmonare, fără a induce efecte semnificative asupra celulelor sănătoase. De asemenea, în combinație cu paclitaxel, acidul cafeic a provocat o inhibare mai pronunțată a proliferării celulelor tumorale în

comparație cu administrarea izolată a chimioterapicului. Acest efect a fost asociat cu activarea proteinelor pro-apoptotice și a caspazelor, sugerând inducerea apoptozei și, implicit, promovarea morții celulelor canceroase [19].

Studiile din literatura de specialitate [20] evidențiază faptul că acidul cafeic a fost studiat intens pentru rolul său în reglarea metabolismului glucozei și în ameliorarea tulburărilor asociate cu diabetul zaharat, efectele hipoglicemice semnificative fiind evidențiate în mai multe modele experimentale. Astfel, administrarea de acid cafeic (50 mg/kg) la șoareci cu diabet indus de streptozocină a cauzat o scădere a glicemiei, efect atribuit modulării semnalizării purinergice, cu consecințe asupra reducerii stresului oxidativ și a răspunsului inflamator [21]. Într-un alt studiu, utilizarea unei doze de 35 mg/kg a condus la normalizarea nivelului de insulină, precum și la crearea unor parametri ai sistemului antioxidant, inclusiv superoxid dismutaza și glutationul [22].

Rezultate similare au fost raportate și în modelul de diabet indus de aloxan, unde acidul cafeic (50 mg/kg) a redus glicemia, a crescut activitatea glucokinazei hepatice și a contribuit la stabilizarea greutateii corporale și la dezvoltarea profilului lipidic prin scăderea LDL. În același timp, s-au observat efecte hepatoprotectoare și renoprotectoare, evidențiate prin reducerea enzimelor hepatice serice și a ureei [23].

În plus, în modelul de diabet gestațional, administrarea acidului cafeic a avut efecte dependente de doză asupra parametrilor metabolici și antioxidanți, normalizând greutatea fetală și activitatea enzimelor antioxidante precum SOD, GPX și catalază [24]. De asemenea, în celulele neuronale rezistente la insulină, a creat semnalizare a insulinei prin creșterea expresiei proteinelor implicate în calea PI3K/Akt și a crescut absorbția glucozei, sugerând un posibil efect neuroprotector și implicare în procesele cognitive [25].

Ateroscleroza reprezintă o altă afecțiune asupra căreia acidul cafeic își manifestă potențialul biologic, fiind evidențiate efecte antiinflamatoare și antiaterosclerotice. În studiile experimentale efectuate pe celule endoteliale din vena ombilicală umană, administrarea de acid cafeic (20 μ M) a dus la o reducere a producției de mediatori proinflamatori, o scădere a expresiei unor receptori implicați în răspunsul imun și o

inhibare a activării căilor de semnalizare induse de adipokine, sugerând un potențial cu rol protector în cursul acțiunii [26].

Acidul cafeic exercită efecte și asupra tulburărilor neurodegenerative, inclusiv asupra bolii Alzheimer. Într-un model experimental la șobolan cu boala Alzheimer indusă prin administrarea de amiloid- β 1-40, tratamentul cu acid cafeic (100 mg/kg, timp de două săptămâni) a dus la o îmbunătățire semnificativă a deficitelor de învățare și a funcțiilor cognitive. În plus, s-au observat reducerea stresului oxidativ și a inflamației neuronale, inhibarea expresiei proteinelor implicate în căile de semnalizare inflamatorie și scăderea activității enzimelor asociate cu procesele apoptotice [27]. Acidul cafeic are efecte relevante și în domeniul tulburărilor neurologice, fiind studiat în mai multe modele experimentale de boli neurodegenerative și tulburări psihiatrice. Astfel, în modelul depresiei induse la șobolani, administrarea de acid cafeic (10 și 30 mg/kg) a determinat normalizarea nivelurilor de neurotransmițători într-o manieră dependentă de doză și a crescut expresia factorilor implicați în neuroplasticitate, efecte asociate cu inhibarea proceselor inflamatorii la nivel neuronal. În boala Parkinson, studiile pe șoareci transgenici au arătat că acidul cafeic (10 mg/kg) poate activa mecanismele de autofagie, reducând acumularea de proteine neuronale anormale implicate în disfuncția sinaptică și protejând astfel integritatea neuronilor din regiunile afectate. Per total, aceste rezultate sugerează implicarea acidului cafeic în modularea proceselor neurodegenerative și inflamatorii din sistemul nervos central [11, 18].

Deloc de neglijat este rolul pe care îl exercită acidul cafeic în bolile cardiovasculare, așa cum se arată în lucrările [28, 29], evidențiindu-se faptul că acidul cafeic și fenetil esterul acidului cafeic pot preveni sau trata eficient bolile cardiovasculare, acești compuși prezentând activitate vasorelaxantă prin acțiunea asupra celulelor musculare netede endoteliale și vasculare. Mecanismele vasorelaxante includ creșterea secreției endoteliale de oxid nitric, modularea canalelor de calciu și potasiu și modularea receptorilor adrenergici, iar împreună cu un efect cronotrop negativ, activitatea vasorelaxantă contribuie la scăderea tensiunii arteriale.

Studii realizate pe șobolani [30], au evidențiat faptul că acidul cafeic manifestă un efect protector hepatic împotriva daunelor oxidative

induse de terț-butilhidroperoxid, fiind responsabil pentru acumularea conținutului intracelular de glutation redus prin creșterea activității γ -glutamylcistein ligazei. În același timp, acidul cafeic a exercitat efecte protectoare asupra modulării compoziției microbiotei intestinale și atenuării creșterii corporale, obezității viscerale, nivelurilor lipidelor serice și inflamației la șoarecii, având capacitatea de a reduce acumularea de lipide hepatice și jucând un rol important în prevenirea dezvoltării steatohepatitei nonalcoolice care se poate instala sub acțiunea microbiotei intestinale ce produce lipopolizaharide și influențează în continuare metabolismul lipidic hepatic [31].

Acidul cafeic prezintă, de asemenea, activitate antibacteriană, fiind studiat în special împotriva unor bacterii patogene Gram-pozitive, precum *Staphylococcus aureus*, cunoscută pentru capacitatea sa de a forma biofilme și pentru rezistența frecventă la antibiotice și dezinfectanți. Conform unui studiu, administrarea acidului cafeic la o concentrație de 1,0 mg/mL a determinat inhibarea creșterii bacteriene. Acest efect a fost asociat cu interferența asupra prolin-dehidrogenazei, enzimă implicată în metabolismul energetic și menținerea echilibrului redox celular [32, 33].

Acidul cafeic prezintă, de asemenea, activitate antivirală, fiind evaluat împotriva mai multor tipuri de virusuri, atât ADN, cât și ARN. Într-un studiu recent, s-a demonstrat că administrarea acidului cafeic la o concentrație de 6 mM a inhibat replicarea virusului gripal A, a poliovirusului de tip 1 și a virusului herpes simplex de tip 1. Efectul antiviral a fost observat pentru o perioadă mai lungă de timp asupra virusului sensibil, considerat chiar mai sensibil la administrarea virusului ARN, fiind maxim atunci când compusul a fost aplicat în primele trei ore după infecție, scăzând ulterior în timp [34].

Concluzii

În concluzie, acidul cafeic se remarcă ca un compus polifenolic cu activitate biologică complexă, fiind implicat în multiple mecanisme cu relevanță terapeutică. Literatura de specialitate indică efecte antioxidante, antiinflamatorii, antiproliferative, antidiabetice, antiaterosclerotice, neuroprotectoare, antibacteriene și antivirale, observate în diverse modele

experimentale. Prin capacitatea sa de a modula stresul oxidativ, procesele inflamatorii și căile de semnalizare celulară, acidul cafeic contribuie la protecția structurală biologică și la influențarea evoluției bolilor cronice și degenerative. Astfel, acesta reprezintă un subiect de interes major pentru cercetările viitoare, în vederea elucidării pe deplin a mecanismelor sale de acțiune și a potențialei sale aplicații în domeniul biomedical.

Referințe Bibliografice

- [1] A. Belščak-Cvitanović, K. Durgo, A. Huđek, V. Bačun-Družina, and D. Komes, „Overview of polyphenols and their properties”, *Polyphenols: Properties, Recovery and Applications*, Elsevier, 2018, pp. 3–44, DOI: 10.1016/b978-0-12-813572-3.00001-4;
- [2] S. Prabhu, A. Molath, H. Choksi, S. Kumar, and R. Mehra, „Classifications of polyphenols and their potential application in human health and diseases”, *International Journal of Physiology, Nutrition and Physical Education.*, 6(1), 2021, pp. 293–301, DOI: 10.22271/journalofsport.2021.v6.i1e.2236;
- [3] C. Manach, A. Scalbert, C. Morand, C. Rémésy, and L. Jiménez, „Polyphenols: food sources and bioavailability”, *American Journal of Clinical Nutrition*, 79(5), 2004, pp. 727–747, DOI: 10.1093/ajcn/79.5.727;
- [4] G. Williamson and B. Holst, „Dietary reference intake (DRI) value for dietary polyphenols: are we heading in the right direction?”, *British Journal of Nutrition*, 99(S3), 2008, pp. S55–S58, DOI: 10.1017/S0007114508006867;
- [5] W. Stahl, H. van den Berg, J. Arthur, A. Bast, J. Dainty, R. M. Faulks, C. Gartner, G. Haenen, P. Hollman, B. Holst, F.J. Kelly, M.C. Polidori, C. Rice-Evans, S. Southon, T. van Vliet, J. Vina-Ribes, G. Williamson, and S.B. Astley, „Bioavailability and metabolism”, *Molecular Aspects of Medicine*, 23, 2002, pp. 39–100;
- [6] I. Eseberri, J. Trepiana, A. Léniz, I. Gómez-García, H. Carr-Ugarte, M. González, and M. P. Portillo, „Variability in the beneficial effects of phenolic compounds: a review”, *Nutrients*, 14(9), 2022, Article number 1925, DOI: 10.3390/nu14091925;
- [7] N. Kumar and N. Goel, „Phenolic acids: natural versatile molecules with promising therapeutic applications”, *Biotechnology Reports*, 24, 2019, Article number 00370, DOI: 10.1016/j.btre.2019.e00370;

- [8] D. M. Pereira, P. Valentão, J. A. Pereira, and P. B. Andrade, „Phenolics: from chemistry to biology”, *Molecules*, 14(6), 2009, pp. 2202–2211, DOI: 10.3390/molecules14062202;
- [9] R. J. Robbins, „Phenolic acids in foods: an overview of analytical methodology”, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(10), 2003, pp. 2866–2887, DOI: 10.1021/jf026182t;
- [10] W. Li, H. Chen, B. Xu, Y. Wang, C. Zhang, Y. Cao, and X. Xing, „Research progress on classification, sources and functions of dietary polyphenols for prevention and treatment of chronic diseases”, *Journal of Future Foods*, 3(4), 2023, pp. 289–305, DOI: 10.1016/j.jfutfo.2023.03.001;
- [11] N. Pavlíková, „Caffeic acid and diseases—mechanisms of action”, *International Journal of Molecular Sciences*, 24(1), 2022, Article number 588, DOI: 10.3390/ijms24010588;
- [12] T. Kassa, J. G. Whalin, M. P. Richards, and A. I. Alayash, „Caffeic acid: a multifunctional antioxidant with novel anti-sickling properties”, *FEBS Open Bio*, 11(12), 2021, pp. 3293–3303, DOI: 10.1002/2211-5463.13295;
- [13] A. Tajner-Czopek, M. Gertchen, E. Rytel, A. Kita, A.Z. Kucharska, and A. Sokół-Łętowska, „Study of antioxidant activity of some medicinal plants having high content of caffeic acid derivatives”, *Antioxidants*, 9(5), 2020, p.412, DOI: 10.3390/antiox9050412;
- [14] M. Yazar, M. Sevindik, I. Uysal, and A. O. Polat, „Effects of caffeic acid on human health: Pharmacological and therapeutic effects, biological activity and toxicity”, *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 59(1), 2025, pp.49-55, DOI: 10.1007/s11094-025-03363-7;
- [15] Z. Yuan, Q. Sun, Y. Zhang, S. Ti, M. Shan, Y. Xiao, and S. Sun, „Rational design of caffeic acid amides as novel antioxidants in lipid systems: Experimental and theoretical studies”, *Current Research in Food Science*, 2025, Article number 101240, DOI: 10.1016/j.crfs.2025.101240;
- [16] A. Purushothaman, S. S. Babu, S. Naroth, and D. Janardanan, „Antioxidant activity of caffeic acid: thermodynamic and kinetic aspects on the oxidative degradation pathway”, *Free Radical Research*, 56(9–10), 2022, pp. 617–630, DOI: 10.1080/10715762.2022.2161379;
- [17] L. P. Pelinson, C. E. Assmann, T. V. Palma, I. B. M. da Cruz, M. M. Pillat, A. Mânica, N. Stefanello, G. C. C. Weis, A. de Oliveira Alves, C. M. de Andrade, and H. Ulrich, „Antiproliferative and apoptotic effects of caffeic acid on SK-Mel-28 human melanoma cancer cells”, *Molecular biology reports*, 46(2), 2019, pp.2085-2092, DOI: 10.1007/s11033-019-04658-1;

- [18] N. Zhang, Y. Chen, Y. Zhao, D. Fan, L. Li, B. Yan, G. Tao, J. Zhao, H. Zhang, and M. Wang, „Caffeic acid assists microwave heating to inhibit the formation of mutagenic and carcinogenic PhIP”, *Food Chemistry*, 317, 2020, Article number 126447, DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.126447;
- [19] J. Min, H. Shen, W. Xi, Q. Wang, L. Yin, Y. Zhang, Y. Yu, Q. Yang, and Z. Wan, „Synergistic anticancer activity of combined use of caffeic acid with paclitaxel”, *Cellular Physiology and Biochemistry*, 48(4), 2018, pp. 1433–1442, DOI: 10.1159/000492253;
- [20] V. F. Salau, O. L. Erukainure, O. M. Ijomone, and M. S. Islam, „Caffeic acid regulates glucose homeostasis and inhibits purinergic and cholinergic activities while abating oxidative stress and dyslipidaemia in fructose-streptozotocin-induced diabetic rats”, *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 74(7), 2022, pp.973-984, DOI: 10.1093/jpp/rgac021;
- [21] M. F. V. Castro, N. Stefanello, C. E. Assmann, J. Baldissarelli, M. D. Bagatini, A. D. da Silva, P. da Costa, L. Borba, I.B.M. da Cruz, V.M. Morsch, and M.R.C. Schetinger, „Modulatory effects of caffeic acid on purinergic and cholinergic systems and oxi-inflammatory parameters of streptozotocin-induced diabetic rats”, *Life Sciences*, 277, 2021, Article number 119421, DOI: 10.1016/j.lfs.2021.119421;
- [22] W. Xu, Q. Luo, X. Wen, M. Xiao, and Q. Mei, „Antioxidant and anti-diabetic effects of caffeic acid in a rat model”, *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 19(6), 2020, pp. 1227–1232, DOI: 10.4314/tjpr.v19i6.17;
- [23] N. Oršolić, D. Sirovina, D. Odeh, G. Gajski, V. Balta, L. Šver, and J. Jazvinščak Jembrek, „Efficacy of caffeic acid on diabetes and its complications”, *Molecules*, 26(11), 2021, Article number 3262, DOI: 10.3390/molecules26113262;
- [24] Y. Liu, S. Liu, H. Wang, and W. Su, „Protective effect of caffeic acid on gestational diabetes mellitus”, *Pakistan Journal of Zoology*, 53(3), 2021, DOI: 10.17582/journal.pjz/20200106060120;
- [25] W. -C. Chang, P. -L. Kuo, C. -W. Chen, J. S. -B. Wu, and S. -S. C. „Shen, Caffeic acid improves memory impairment and brain glucose metabolism”, *Food Research International*, 77, 2015, pp. 24–33, DOI: 10.1016/j.foodres.2015.04.010;
- [26] M. K. Moon, Y. J. Lee, J.S. Kim, D. G. Kang, and H. S. Lee, „Effect of caffeic acid on vascular inflammation”, *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 32(8), 2009, pp. 1371–1377, DOI: 10.1248/bpb.32.1371;

- [27] Y. Wang, Y. Wang, J. Li, L. Hua, B. Han, Y. Zhang, X. Yang, Z. Zeng, H. Bai, H. Yin, and J. Lou, „Effects of caffeic acid on learning deficits in Alzheimer’s model”, *International Journal of Molecular Sciences*, 38(3), 2016, pp. 869–875, DOI: 10.3892/ijmm.2016.2683;
- [28] A. Nasimi Shad, I. Akhlaghipour, A. Babazadeh Baghan, V. R. Askari, and V. Baradaran Rahimi, „Caffeic acid and its derivative caffeic acid phenethyl ester as potential therapeutic compounds for cardiovascular diseases: A systematic review” *Archiv der Pharmazie*, 357, 2024, Article number 2400240, DOI: 10.1002/ardp.202400240;
- [29] H. Silva and N. M. F. Lopes, „Cardiovascular effects of caffeic acid and its derivatives: a comprehensive review”, *Frontiers in Physiology*, 11, 2020, Article number 595516, DOI: 10.3389/fphys.2020.595516;
- [30] S. Y. Yang, C. O. Hong, G. P. Lee, C. T. Kim, and K. W. Lee, „The hepatoprotection of caffeic acid and rosmarinic acid, major compounds of *Perilla frutescens*, against t-BHP-induced oxidative liver damage”, *Food and Chemical Toxicology*, 55, 2013, pp. 92-99, DOI: 10.1016/j.fct.2012.12.042;
- [31] H. N. Mu, Q. Zhou, R. Y. Yang, W. Q. Tang, H. X. Li, S. M. Wang, J. Li, W. X. Chen, and J. Dong, „Caffeic acid prevents non-alcoholic fatty liver disease induced by a high-fat diet through gut microbiota modulation in mice”, *Food Research International*, 143, 2021, Article number 110240, DOI: 10.1016/j.fct.2012.12.042;
- [32] E. Pinho, I. C. F. R. Ferreira, L. Barros, A. M. Carvalho, G. Soares, and M. Henriques, „Antibacterial potential of wild plant extracts and phenolic compounds”, *Biomed Research International*, 2014(1), 2014, Article number 814590 DOI: 10.1155/2014/814590;
- [33] Y. -I. Kwon, E. Apostolidis, R. G. Labbe, and K. Shetty, „Inhibition of *Staphylococcus aureus* by phenolic phytochemicals”, *Food Biotechnology*, 21(1), 2007, pp. 71–89, DOI: 10.1080/08905430701191205;
- [34] H. Utsunomiya, M. Ichinose, K. Ikeda, M. Uozaki, J. Morishita, T. Kuwahara, A. H. Koyama, and H. Yamasaki, „Inhibition by caffeic acid of influenza A virus multiplication”, *International Journal of Molecular Sciences*, 34(4), 2014, pp. 1020–1024, DOI: 10.3892/ijmm.2014.1859.

IMPACTUL SISTEMELOR DE MODELARE CANALARA ASUPRA DENTINEI PARIETALE

Corina-Alexandra CONCITA, Monica-Silvia TATARCIUC,
Mihaela SALCEANU*, Bogdan- Constantin CONCITA,
Tudor HAMBURDA, Cristina ANTOHI, Sorin ANDRIAN

Grigore T. Popa University of Medicine and Pharmacy Iasi,
Faculty of Dental Medicine, 16 Universitatii Str., 700115, Iasi, Romania

* Corresponding author: mihaela.salceanu@umfiiasi.ro

Abstract: Modelarea canalelor determină formarea stratului smear-layer (SL), iar prezența acestuia împiedică pătrunderea iriganților, a medicamentelor intracanalare și a sigilanților endodontici la nivelul tubulilor dentinar. Acest studiu comparativ experimental in vitro evaluează eficacitatea a 3 instrumente endodontice, manuale și rotative din nichel-titan (Ni-Ti) precum: Super files, Orodeka Plex V, Protaper Gold pentru a evidenția traseul instrumentării și îndepărtarea eficientă a SL-ului de la nivelul tubulilor dentinari în 1/3 coronară, 1/3 medie și 1/3 apicală a canalului radicular prin analiza SEM (Scanning electron microscopy). În acest studiu au fost incluși 48 dinți monoradiculari ce au fost împărțiți aleatoriu în 3 loturi de studiu, fiind modelați canale prin tehnica crown-down cu ace manuale și rotative din nichel-titan. Cu ajutorul analizei SEM s-au obținut imagini microfotografice la o mărire de 1000x, unde s-a observat prezența depozitelor de SL minime la nivelul tubulii dentinari pentru Lotul I (ace manuale Ni-Ti Super Filles) și Lotul II (ace rotative Orodeka), spre deosebire de Lotul III (ace rotative Protaper Gold) unde tubuli dentinari erau acoperiți de SL în toate zonele analizate ale canalului. Astfel, atât acele manuale Ni-Ti Super Filles, cât și cele rotative Orodeka au determinat o curățare optimă. Sistemul rotativ Protaper Gold a

condus la formarea celei mai mari cantități de SL și a generat microfisuri la nivelul peretilor dentinari radiculari.

Keywords *Instrumentare canalară, Sisteme rotative, Smear-layer, Microfisuri, Dentină parietală, SEM*

Introducere

Instrumentarea endodontică determină formarea de detritusuri organice și anorganice care alcătuiesc smear layer-ul (SL), iar prezența acestuia împiedică pătrunderea iriganților, a medicamentelor intracanalare și a sigilanților endodontici la nivelul tubulilor dentinari [1], [9], [13]. De asemenea, instrumentarea canalului radicular poate conduce la apariția fisurilor dentinare, crescând riscul de fractură verticală a rădăcinii [2], [6], [14].

Scopul lucrării este de a realiza un studiu comparativ experimental in vitro ce evaluează eficacitatea a trei instrumente endodontice, manuale și rotative din nichel-titan (Ni-Ti), precum Super Files, Orodeka Plex V și ProTaper Gold, pentru a evidenția traseul instrumentării și îndepărtarea eficientă a SL-ului de la nivelul tubulilor dentinari în 1/3 coronară, 1/3 medie și 1/3 apicală a canalului radicular prin analiza SEM (Scanning Electron Microscopy).

Materiale și metodă

Pregătirea probelor

Au fost selectați 48 dinți monoradiculari, indemni, extrași în scop ortodontic sau parodontal, la recomandarea medicilor specialiști. Criteriile de includere: dinți monoradiculari, indemni extrași în scop ortodontic sau parodontal, la recomandarea medicilor specialiști, de la pacienți cu vârsta cuprinsă între 18 și 40 ani. Criteriile de excludere: dinți devitalizați, ce prezintă calcificări, resorbții interne sau externe, apex incomplet format, aspecte observate clinic și radiologic. Dinții incluși au fost împărțiți aleatoriu în 3 Loturi (n=16) pentru a fi modelați canalar prin tehnica crown-down. Dinții preluați în experiment au fost împărțiți aleatoriu în trei Loturi,

fiecare cu câte 16 dinți pentru a fi modelați canalar fie cu instrumentar manual, fie cu diferite sisteme rotative.

Astfel, pentru dinții din Lotul I modelarea canalară s-a realizat cu ace Ni-ti Super Filles manuale (Sybron, Endo, USA) din Ni-Ti de 25 mm, prin tehnica crown-down, fiind folosite următoarele secvențe de ace SX (ISO 019) – 2/3 din lungimea canalului, S1 (ISO 017), S2 (ISO 020) și F1 (ISO 20) pe toată lungimea de lucru. Acele SX, S1 și S2 prezintă conicitate progresivă diametru apical, iar acul F1 (ISO 020) are o conicitate de 0.07.

Pentru următoarele două Loturi (II, III), au fost utilizate acele rotative adaptate la endomotor (Endo Radar PRO, Woodpecker, Muenster, Germania) la o rotație de 250 rpm, implicând tehnica de modelare canalară crown-down (telescopare progresivă). Astfel, pentru Lotul II s-au folosit acele rotative Orodeka FilePlex-V 25/04 (Orodeka FilePlex -V, Nürnberg, Germany), cuplu 2.0-2.5N·cm, cu următoarea secvență de modelare: ac mărimea 08, cu o conicitate de 0.08 pentru realizarea glidepath-ului, ac de mărimea 025, cu o conicitate 0.04 pentru instrumentarea a 2/3 din lungimea canalului, ac manual din oțel inoxidabil Kerr, cu o conicitate 0.02, mărimea 10 utilizat doar pentru stabilirea LL de 21mm. Următorul ac rotativ 73 folosit, a fost de mărimea 15 având o conicitate de 0.03, inserat pe canal pe toată LL, apoi s-au utilizat încă două ace ce prezentau mărimea 20, 25 și o conicitate de 0.04 pe toată LL (dinte 1.5)

În schimb, pentru Lotul III s-au utilizat acele ProTaper (ProTaper Gold, China), cu următoarea secvență de preparare: acul SX aplicat pentru instrumentarea a 2/3 din lungimea canalului, acul S1 cu o conicitate 0.02 utilizat pe toată LL, acul S2 cu o conicitate de 0.04 folosit pe toată LL, iar acele de tipul F, marime 10 și 25 prezintă o conicitate 0.07, respectiv cel de 30 cu o conicitate 0.05 au fost utilizate pe toată LL.

Dinții au fost modelați canalar în asociere cu NaOCl 5,25%- 5ml (CHLORAXID 5.25% - 400ml) și irigare finală cu soluție de EDTA 20%-5ml (EDTA lichid 20%-20 ml) - 1min. Protocolul de irigare a fost același pentru toate Loturile de studiu. Acești dinți au fost sectionați transversal de la nivelul joncțiunii amelo-cementare și longitudinal cu răcire sub jet de apă cu un disc diamantat 0,17x22mm (Flexible Double Side, BesQual Diamond Disc, Meta Dental), adaptat la piesa dreaptă, la 20000 de rotații

pe minut. Cu acest disc diamantat s-a realizat atât secționarea cât și finisarea probei, apoi au fost metalizați urmând a fi analizați prin analiza SEM.

Evaluarea SEM

Fiecare grup a fost evaluat morfologic cu ajutorul microscopului electronic cu scanare (Vega Tescan LMH II, Tescan, Brno, Republica Cehă) având următorii parametri de funcționare de 10–30 kV, 15,5 WD. A fost utilizat detectorul de electroni secundari (SE) pentru obținerea imaginilor. Nu au existat diferențe de fază în material, iar variația puterii catodului a permis evaluarea corectă a materialului biologic. Analiza statusului suprafeței dentinare radiculare a fost realizată astfel dinții prelucrați au fost analizați în cele trei zone ale canalului radicular (1/3 coronară, 1/3 medie, 1/3 apicală) analiza SEM la o magnificație de 1000X s-a identificat macro- și micromorfologia dentinei, localizarea și cantitatea detritusului remanent și traseul de instrumentare în cele trei arii ale canalului radicular.

Pentru evaluarea prezenței SL la nivelul tubulilor dentinari s-a utilizat încadrarea cu ajutorul scorurilor: Scor 0 (tubuli liberi), Scor 1 (tubuli parțial acoperiți < 50), Scor 2 (tubuli parțial acoperiți >50), Scor 3 (tubuli complet acoperiți)

Analiza statistică

Pentru analiza parametrilor s-a utilizat testul de semnificație testul F – calculul diferenței mediei și abaterii standard intragrupal, această tehnică este o extensie a testului tStudent aplicat mediilor pentru 2 sau mai multe Loturi. După aplicarea testului ANOVA s-a efectuat corecție Bonferroni (post-hoc Bonferroni). Această corecție reduce rata de eroare la testarea mai multor ipoteze. Pentru analiza valorilor a pragurilor de semnificație a scorurilor s-a folosit testul statistic Friedman Test cu o valoare a pragului de semnificație de 0.05.

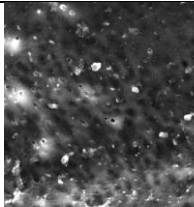
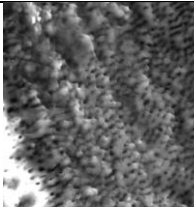
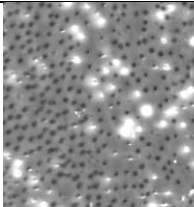
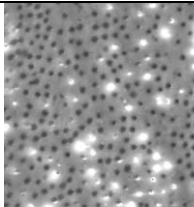
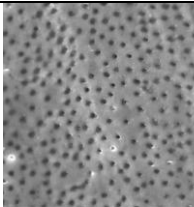
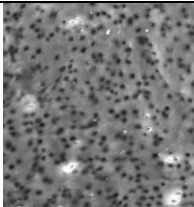
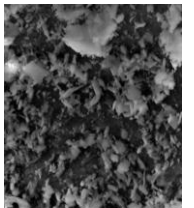
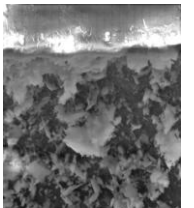
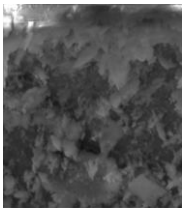
Rezultate

Cu ajutorul analizei SEM s-au obținut imagini microfotografice la o mărire de 1000x, unde s-a observat prezența depozitelor de SL minime în tubulii dentinari, în cele trei zone ale canalului radicular care prezintă un Scor 1 în 1/3 coronara și 1/3 medie și un Scor 0 în 1/3 apicală a canalului pentru Lotul I. Pentru Lotul II, se observă depozite minime de SL cu Scor 1, care obstruiază parțial (< 50) orificiile tubulilor dentinari în mai ales în 1/3 coronara și un Scor 0 pentru restul ariilor analizate. Astfel, atât acele manuale Ni-Ti Super Filles, cât și cele rotative Orodeka au determinat o curățare optimă, stratul de SL fiind în cantități reduse în zonele analizate. În cazul Lotului III se observă tubuli dentinari acoperiți de SL în toate zonele analizate ale canalului, înregistrând un Scor 3 (majoritatea tubulilor fiind complet acoperiți de SL).

Totodată, sunt observate prezenta rugozităților structurilor dentritice și alveolare sub formă de detritus dentinar remanent ce sunt dispuse neuniform în toate zonele ale canalului radicular. În urma analizării microfotografiilor SEM pentru cele trei zone pentru fiecare Lot, se poate observa morfologia cristalitelor (forma și mărimea lor), distribuția componentelor SL-ului, mergând până la evidențierea urmelor traseului de instrumentar.

În urma analizei microfotografiilor SEM la o magnificație de 1000x s-a permis evidențierea fisurilor apărute la nivelul pereților dentinari radiculari, astfel: Loturile I și II nu prezentau microfisuri la nivelul pereților dentinari radiculari. Pentru Lotul III au fost identificate fisuri multiple ale pereților dentinari radiculari, mai ales în 1/3 coronară. Aceste microfisuri pot fi differentiate de fisurile aparute în urma prelucrării probelor sau ca efect al deshidratării prin faptul că, nu sunt dispuse în rețea ci prezintă o morfologie profundă și o lățime semnificativ modificată, având un impact major asupra reducerii rezistenței structurale a dentinei (Tabel 1).

Tabel 1. Imagini SEM la o magnificație de 1000x în cele trei arii ale canalului radicular pentru fiecare Lot de studiu pentru evaluarea tubulilor dentinar

	1/3 coronară	1/3 medie	1/3 apicală
Lot 1			
Lot 2			
Lot 3			

În ceea ce privește închiderea tubulilor / SL în cele trei arii pentru 1/3 apicală, în Figura 1 de mai jos sunt afișate valorile medii și deviațiile standard ale scorurilor pentru fiecare Lot în 1/3 apicală. Putem observa că cea mai mare medie a scorurilor a fost înregistrată de Lotul III cu $2,3 \pm 0,43$, iar cea mai mică valoare a fost atinsă de Lotul I cu $1,22 \pm 0,22$.

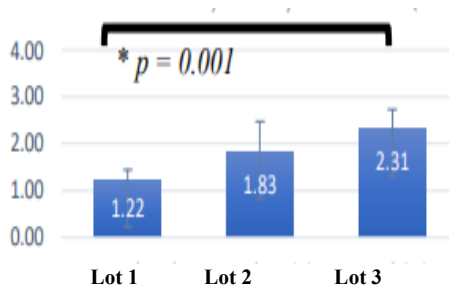


Fig. 1. Reprezentare grafică a valorilor medii și deviației standard ale scorurilor în cadrul fiecărui Lot, în 1/3 apicala

În Figura 2 sunt prezentate valorile medii și deviațiile standard ale scorurilor pentru fiecare dintre Loturi. Astfel, se poate observa că cea mai mare valoare a scorurilor a fost înregistrată de Lotul III cu $2,28 \pm 0,62$, iar cea mai mică valoare a fost atinsă de Lotul I cu $0,45 \pm 0,61$.

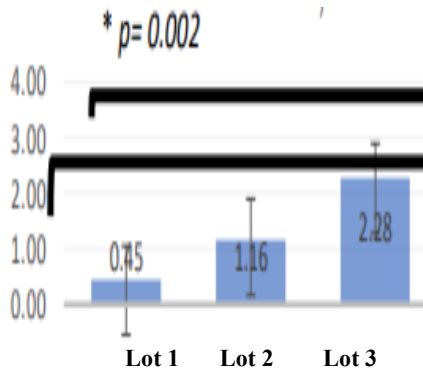


Fig.2. Reprezentare grafică a valorilor medii și deviației standard ale scorurilor în cadrul fiecărui Lot, 1/3 medie

În Figura 3 sunt observate valorile medii și deviațiile standard ale scorurilor în cadrul fiecărui Lot. Cea mai crescută valoare a fost întâlnită în Lotul III cu $2,13 \pm 0,85$ în timp ce cea mai mică valoare a fost înregistrată de Lotul I cu $0,39 \pm 0,7$.

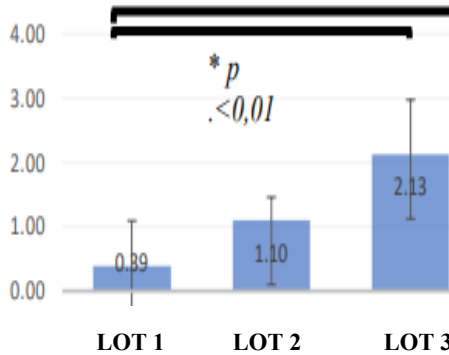


Fig. 3. Reprezentare grafică a valorilor medii și deviației standard ale scorurilor în cadrul fiecărui Lot, în 1/3 coronară

Discuții

Instrumentarea canalelor radiculare are ca scop îndepărtarea țesuturilor necrotice și crearea unei forme adecvate pentru dezinfectarea eficientă și obturarea sistemului endodontic [10], [15].

În acest sens, studiul prezent evaluează efectele instrumentării canalelor manuale și rotative asupra pereților dentinari radiculari, evidențiind prezența SL-ului și a microfisurilor dentinare. Preparația mecano-chimică implică utilizarea soluțiilor de irigare, în special hipocloritul de sodiu (NaOCl) și EDTA, utilizate individual sau în combinație, pentru îndepărtarea eficientă a stratului de SL [3], [4], [9]. NaOCl acționează ca agent antibacterian și proteolitic, dizolvând țesuturile organice, în timp ce EDTA îndepărtează componenta anorganică prin chelarea ionilor de calciu [9], [16].

Utilizarea secvențială a NaOCl și EDTA este considerată standardul de aur pentru reducerea încărcăturii bacteriene și curățarea canalului radicular [4], [9], [12]. Cu toate acestea, suprafețele dentinare neuniforme pot favoriza colonizarea bacteriană și formarea biofilmului, afectând prognosticul tratamentului [5], [12], [17]. Diferențele observate

în cantitatea de SL pot fi atribuite tipului de irigant canalar și sistemului de instrumentare utilizat. Literatura de specialitate evidențiază faptul că asocierea EDTA sau a acidului citric cu NaOCl este esențială pentru îndepărtarea eficientă a SL, în special în treimea apicală [3], [11], [18].

În ceea ce privește microfisurile dentinare, acestea sunt asociate cu utilizarea unor tehnici de instrumentare agresive și cu aplicarea unor forțe mecanice excesive asupra pereților canalului radicular. Studiile arată că instrumentele rotative cu conicitate mare pot genera fisuri dentinare și cresc riscul de fractură radiculară longitudinală [6], [7], [14]. Rezultatele studiului nostru indică faptul că loturile în care s-au utilizat ace cu conicități mai mici (0.02 și 0.04) (Loturile I și II) au prezentat o curățare eficientă a canalului radicular, fără apariția fisurilor dentinare. În schimb, în Lotul III s-au observat depuneri semnificative de smear layer în toate treimile canalului, aspect raportat frecvent în cazul sistemelor rotative de tip ProTaper Gold [8], [19]. Deși aceste sisteme prezintă avantaje legate de eficiență și design, ele pot induce un stres mecanic mai mare asupra dentinei radulare [6], [19]. Instrumentele din Ni-Ti au proprietăți superelastice, permițând adaptarea în canale curbate și reducerea riscului de accidente intraoperatorii [8], [10], [20].

Formarea stratului de SL și a detritusurilor este inevitabilă în timpul instrumentării canalar, indiferent de tipul instrumentelor utilizate. Instrumentele manuale tind să genereze mai puține detritusuri, dar sunt mai puțin eficiente în treimea apicală, în timp ce instrumentele rotative sunt mai eficiente în îndepărtarea dentinei infectate, dar pot produce cantități mai mari de SL [2], [10], [15]. Alternarea utilizării instrumentelor manuale și rotative, în asociere cu un protocol adecvat de irigare, poate optimiza rezultatele clinice și reduce riscurile asociate tratamentului endodontic. Cu toate acestea, variabilitatea protocoalelor utilizate în studii limitează comparabilitatea directă a rezultatelor și impune necesitatea realizării unor cercetări suplimentare standardizate [11], [18].

Concluzii

Modelarea canalară realizată atât cu acele manuale Ni-Ti Super Filles, cât și cu cele rotative, sistemul Orodoka, prin tehnica crown-down

au determinat formarea unei cantități mici de SL în toate cele trei zone ale canalului radicular. Instrumentele manuale au generat puține detritusuri și un strat de smear mai subțire datorită mișcării controlate și forței aplicate. Instrumentele rotative Ni-Ti din sistemul Orodeka- Plex V, datorită designului lor conic și mișcării continue, au îndepărtat mai eficient dentina parietală, în comparație cu acele manuale din nichel-titan. Sistemul Protaper-Gold prin tehnica crown-down a condus la formarea celei mai mari cantități de SL spre deosebire de celelalte sisteme de modelare canalară incluse în studiu și a generat microfisuri la nivelul peretilor dentinari radiculari.

Referinte bibliografice

- [1] A. Arias and O. A. Peters, “Present status and future directions of smear layer in endodontics,” *Int. Endod. J.*, vol. 55, no. 3, pp. 250–266, 2022, doi: 10.1111/iej.13672.
- [2] K. Arumugam, S. D. Antony, and A. Kannan, “Comparative evaluation of dentinal defects after root canal instrumentation,” *J. Endod.*, vol. 47, no. 6, pp. 987–992, 2021, doi: 10.1016/j.joen.2021.02.012.
- [3] J. Caviedes-Bucheli, H. R. Muñoz, M. M. Azuero-Holguín, and E. Ulate, “Smear layer removal in endodontics: A systematic review,” *Int. Endod. J.*, vol. 56, no. 4, pp. 345–356, 2023, doi: 10.1111/iej.13897.
- [4] J. Q. Ling, X. Wei, L. Y. Gu, and X. Y. Huang, “Antibacterial effect of sodium hypochlorite and EDTA,” *Int. Endod. J.*, vol. 54, no. 1, pp. 89–96, 2021, doi: 10.1111/iej.13378.
- [5] R. Machado, E. J. N. L. Silva, N. K. Carvalho, *et al.*, “Biofilm removal in root canals,” *Braz. Oral Res.*, vol. 32, p. e123, 2018, doi: 10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0123.
- [6] S. Moyin, F. R. Khan, and M. Rahman, “Dentinal cracks after rotary instrumentation,” *J. Conserv. Dent.*, vol. 15, no. 3, pp. 205–210, 2012, doi: 10.4103/0972-0707.97943.

- [7] V. Agrawal, S. Kapoor, S. Rastogi, and P. Sharma, “Smear layer and biofilm formation,” *J. Conserv. Dent.*, vol. 25, no. 2, pp. 123–128, 2022, doi: 10.4103/jcd.jcd_512_21.
- [8] S. Shahi, H. R. Yavari, S. Rahimi, *et al.*, “ProTaper smear layer SEM study,” *J. Clin. Exp. Dent.*, vol. 13, no. 5, pp. e456–e462, 2021, doi: 10.4317/jced.57915.
- [9] M. Zehnder, “Root canal irrigants,” *J. Endod.*, vol. 32, no. 5, pp. 389–398, 2006, doi: 10.1016/j.joen.2005.09.014.
- [10] O. A. Peters, “Root canal preparation concepts,” *J. Endod.*, vol. 30, no. 8, pp. 559–567, 2004, doi: 10.1097/01.DON.0000129039.59003.9D.
- [11] M. Hülsmann, O. A. Peters, and P. M. H. Dummer, “Mechanical preparation review,” *Endod. Top.*, vol. 10, no. 1, pp. 30–76, 2005, doi: 10.1111/j.1601-1546.2005.00152.x.
- [12] J. F. Siqueira Jr. and I. N. Rôças, “Microbiology of apical periodontitis,” *Endod. Top.*, vol. 22, no. 1, pp. 3–22, 2009, doi: 10.1111/j.1601-1546.2012.00298.x.
- [13] M. Torabinejad, A. A. Khademi, J. Babagoli, *et al.*, “Effect of MTAD on smear layer,” *J. Endod.*, vol. 29, no. 9, pp. 576–579, 2003, doi: 10.1097/00004770-200309000-00008.
- [14] S. Bürklein and E. Schäfer, “Incidence of dentinal defects with rotary systems,” *J. Endod.*, vol. 39, no. 4, pp. 501–504, 2013, doi: 10.1016/j.joen.2012.11.045.
- [15] H. Schilder, “Cleaning and shaping the root canal,” *Dent. Clin. North Am.*, vol. 18, no. 2, pp. 269–296, 1974, doi: 10.1016/S0011-8532(22)00456-0.
- [16] D. R. Violich and N. P. Chandler, “Smear layer in endodontics,” *Int. Endod. J.*, vol. 43, no. 1, pp. 2–15, 2010, doi: 10.1111/j.1365-2591.2009.01627.x.
- [17] P. N. Nair, “On the causes of persistent apical periodontitis,” *Int. Endod. J.*, vol. 39, no. 4, pp. 249–281, 2006, doi: 10.1111/j.1365-2591.2006.01099.x.
- [18] G. Caron, K. Nham, F. Bronnec, and P. Machtou, “Effectiveness of different irrigation protocols,” *J. Endod.*, vol. 36, no. 8, pp. 1361–1366, 2010, doi: 10.1016/j.joen.2010.03.023.

- [19] J. H. Yao, S. A. Schwartz, and T. J. Beeson, "Cyclic fatigue of ProTaper," *J. Endod.*, vol. 32, no. 2, pp. 162–165, 2006, doi: 10.1016/j.joen.2005.10.033.
- [20] S. A. Thompson, "Nickel-titanium alloys in dentistry," *Int. Endod. J.*, vol. 33, no. 4, pp. 297–310, 2000, doi: 10.1046/j.1365-2591.2000.00339.x.

INFLUENCE OF EXERCISE INTENSITY ON COLONIC INFLAMMATION INDUCED BY FOOD EMULSIFIERS

Bogdan-Alexandru HAGIU

Department of Physical Education and Sport, Faculty of Physical Education and Sports,
“Alexandru Ioan Cuza” University of Iasi, Romania

*Corresponding author: bogdan_hagiu@yahoo.com

Abstract: Food emulsifiers can modify the intestinal microbiota of colonic mucus, favoring inflammation, but exercise can influence intestinal barrier function, the effects being intensity-dependent. The work presents the hypothesis according to which moderate exercise can attenuate emulsifier-induced colonic inflammation, while intense exercise can amplify it. Testing can be performed on C57BL/6 mice that are administered emulsifiers in their drinking water and are subjected to physical efforts of variable intensities. After euthanasia, the degree of colonic inflammation, intestinal permeability and the composition of mucus-associated microbiota plus its spatial distribution are evaluated. If the hypothesis is confirmed, nutritional and lifestyle recommendations can be made based on it, for the general population and athletes.

Keywords: Emulsifiers; Intestinal inflammation; Exercise intensity

Introduction

A recent study, conducted on experimental animals (mice), shows that some food emulsifiers (such as carboxymethylcellulose (CMC) and polysorbate-80 (P80) lead to a change in the composition and proliferation

of the intestinal microbiota, a determining role being played by the modification of the mucus microbiota, the consequences being low-grade inflammation of the colon and metabolic syndrome [1]. Moderate intensity physical exertion (walking on a treadmill for 20 min) has the effect of increasing intestinal peristalsis [2], which could reduce the contact time with food substances that modify the intestinal mucus microbiota. On the other hand, high intensity physical exercise has an effect of impairing the intestinal barrier function due to increased oxidative stress [3], which could facilitate the appearance of inflammation in the event of bacterial penetration of the colonic mucus.

Hypothesis

Moderate intensity exercise attenuates the impact of some food emulsifiers on colonic inflammation, while intense exercise may have the opposite effect.

Evolution of the hypothesis

Also experimentally, in mice, it has been shown that physical exercise reduces the expression of cyclooxygenase-2 (COX-2) induced in the small intestine by a diet rich in lipids [4]. Although [4] refers to the small intestine, it is possible that the changes extend to the colon, given the systemic immunomodulatory effects, including proinflammatory effects exerted by COX2 through Prostaglandin E2 (PEG2) [5]. Chronic exercise training has the effect of increasing vagal tone [6] and increased vagal tone decreases intestinal inflammation and modulates intestinal barrier permeability [7]. Physical exercise influences the intestinal inflammatory response, including by modifying the systemic cytokine profile, namely interleukin 6 (IL-6), which plays a role in regulating inflammation [8]. Intense physical exercise induces a pro-inflammatory environment and moderate physical exercise induces an anti-inflammatory environment [9]. A dysfunction of the intestinal barrier created by intense physical exercise

[3] can lead to an inflammatory pathogenesis [10] thus forming a vicious pathophysiological cycle.

Hypothesis testing

The experiments will be performed on adult C57BL/6 mice, suitable for studies of intestinal inflammation and microbiota [11] and male, to avoid hormonal variations induced by the estrous cycle that can influence inflammatory status [12]. Four groups of at least 10 mice each will be formed, to ensure the feasibility of statistical interpretation – [13]. Group 1 will be the control (will receive the standard diet), group 2 will be administered emulsifiers (CMC or P80), group 3, with emulsifiers and moderate exercise, and group 4 with emulsifiers and intense exercise. CMC or P80 will be administered in drinking water at a concentration of 1% [11]. Dietary changes rapidly induce corresponding changes in the microbiome [14], but for groups 3 and 4, a 4-week time interval will be considered, for stabilization, between the start of emulsifier administration and the start of physical training. Emulsifier administration will continue throughout the exercise period. Treadmill training will be done after an acclimatization phase, meaning that for moderate intensity, the mice will run for 3 consecutive days at a speed of 2 m/min for the first 5 min, 5 m/min for the next 5 min, and then 8 m/min for the last 20 min, 0° slope, and then for 4 weeks, 5 days per week, they will run at a speed of 10 m/min for the first 5 min, 12 m/min for the next 5 min, and then 15 m/min for the last 20 min, at 0° slope [15]. Symmetrically with the moderate training, using the experimental protocol of Kim et al., 2020 [16] group 4 will be subjected to intense physical training: the mice will initially undergo a one-week adaptation phase, in which they will run on a treadmill at low speeds (2–3 m/min), followed by a 4-week training phase (5 days/week), in which the running speed will progressively increase starting from 2 m/min, by 1 m/min every 2 minutes, until reaching 18 m/min at minute 30. At the end of the physical training period, the mice in the 4 groups will be euthanized and the colon will be harvested for histological, molecular and immunological analyses. Colonic inflammation will be assessed by standardized histological score [17]. COX-2 expression in the colon will

be determined by Western blot and/or immunohistochemistry techniques [18]. Intestinal barrier permeability will be assessed using FITC-dextran [19], which will be administered by gavage to all mice a few hours before sacrifice. The composition of the intestinal microbiota associated with colonic mucus will be analyzed by 16S rRNA sequencing [8], and its spatial distribution at the intestinal barrier level will be determined [20]. Differences between groups will be statistically analyzed by following the effects of moderate and intense physical exercise on the microbiota, inflammation and colonic permeability in the case of emulsifier administration.

Discussions

If the hypothesis is confirmed, moderate exercise could constitute a means of protection, at least partially, of the population against emulsifiers present in food, considering the widespread exposure to these substances [21]. It would decrease the frequency of inflammatory bowel disease [22] and its associated pathology - primary sclerosing cholangitis, ankylosing spondylitis, iritis/uveitis, pyoderma gangrenosum, and erythema nodosum [23]. If intense exercise had the opposite effect, foods processed with emulsifiers should be strictly limited in the diet of individuals who practice this type of physical effort or of high-performance athletes. Confirmation of the hypothesis would support current concerns to seek nutritional strategies to prevent increased intestinal permeability and intestinal lesions in athletes [24]. This is especially true since intense exercise damages intestinal integrity and worsens chronic diseases [25]. Changes in intestinal permeability occur especially in runners [26].

Conclusions

The paper presents arguments for the hypothesis according to which moderate physical exercise reduces the colonic inflammatory effect produced by food emulsifiers, by limiting bacterial proliferation in the colonic mucus and maintaining the integrity of the intestinal barrier. On

the other hand, intense physical exercise, through the oxidative stress created, increases intestinal permeability under conditions of bacterial colonization and thus amplifies the pro-inflammatory effect. Testing the hypothesis is feasible and can be done on a murine model, by administering emulsifiers and subjecting the experimental animals to physical training of varying intensities for comparative purposes (moderate versus intense). After sacrifice and harvesting the large intestine, the degree of colonic inflammation will be analyzed by standardized histological score, intestinal barrier permeability, composition and spatial distribution of intestinal microbiota associated with colonic mucus. If the hypothesis proves true, it may form the basis for adopting a pro-active lifestyle, as moderate exercise can counteract the health effects of processed foods with emulsifiers, frequently found in the modern diet. Instead, these foods should be prohibited or strictly limited for those who practice intense exercise.

References

- [1] M. C. Kordahi, N. Daniel, A. T. Gewirtz, B. Chassaing, “Mucus-penetrating microbiota drive chronic low-grade intestinal inflammation and metabolic dysregulation,” *Gut Microbes*. Vol. 17, no. 1, Article Number: 2455790, 2025. DOI: 10.1080/19490976.2025.2455790.
- [2] K. Katagiri, S. Koyama, K. Takeda, K. Yamada, K. Tan, H. Kondo, et al., “Immediate effect of physical activity on gut motility in healthy adults”, *Sci Rep.*, Vol. 15, no. 1, Article number: 33423, 2025. DOI:10.1038/s41598-025-18860-8.
- [3] M. Takami, W. Aoi, K. Matsumoto, Y. Kato, Y. Kobayashi, M. Kuwahata, “High-intensity exercise impairs intestinal barrier function by generating oxidative stress”, *J Clin Biochem Nutr.*, Vol. 74, no. 2, pag. 136-140, 2024. DOI: 10.3164/jcbn.23-96.
- [4] S. C. Campbell, P. J. Wisniewski, M. Noji, L. R. McGuinness, M. M. Häggblom, S. A. Lightfoot et al., “The Effect of Diet and Exercise on Intestinal Integrity and Microbial Diversity in Mice“, *PLoS One*, Vol.

- 11, no. 3, Article number: e0150502, 2016. DOI:10.1371/journal.pone.0150502.
- [5] D. Wang, R. N. Dubois. “Prostaglandins and cancer“, *Gut*, Vol. 55, no. 1, Article number: 552006, 2006, DOI: 10.1136/gut.2004.047100.
- [6] G.R. Sandercock, P. D. Bromley, D. A. Brodie, “Effects of exercise on heart rate variability: inferences from meta-analysis”, *Med Sci Sports Exerc.*, Vol. 37. No. 3, pag. 433-439. 2005. DOI: 10.1249/01.mss.0000155388.39002.9d.
- [7] B. Bonaz, C. Picq, V. Sinniger, J. F. Mayol, D. Clarençon, “Vagus nerve stimulation: from epilepsy to the cholinergic anti-inflammatory pathway”, *Neurogastroenterol Motil*, Vol. 25, no. 3, pag. 208-221, 2013. DOI:10.1111/nmo.12076.
- [8] B. K. Pedersen, M. A. Febbraio, “Muscle as an endocrine organ: focus on muscle-derived interleukin-6“, *Physiol Rev.*, Vol. 88, no. 4, pag. 1379-406, 2008. DOI: 10.1152/physrev.90100.2007.
- [9] M. Gleeson, N. C. Bishop, D. J. Stensel, M. R. Lindley, S. S. Mastana, M. A. Nimmo, “The anti-inflammatory effects of exercise: mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease”, *Nat Rev Immunol.*, Vol. 11, no. 9, pag. 607 – 615, 2011. DOI: 10.1152/physrev.90100.2007.
- [10] J. R. Turner, “Intestinal mucosal barrier function in health and disease”, *Nat Rev Immunol.*, Vol. 9, no. 11, pag. 799-809, 2009. DOI: 10.1038/nri2653.
- [11] B. Chassaing, O. Koren, J. K. Goodrich, A. C. Poole, S. Srinivasan, R. E. Ley, et al., “Dietary emulsifiers impact the mouse gut microbiota promoting colitis and metabolic syndrome”, *Nature*, Vol.,519, no. 7541, pag. 92-96, 2015. DOI: 10.1038/nature18000.
- [12] A. K. Beery, I. Zucker, “Sex bias in neuroscience and biomedical research“, *Neurosci Biobehav Rev.*, Vol. 35, no. 3, pag. 565-572, 2011. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2010.07.002.
- [13] J. Charan, N. D. Kantharia, “How to calculate sample size in animal studies?“, *J Pharmacol Pharmacother.*, Vol. 4, no. 4, pag. 303-306, 2013. DOI: 10.4103/0976-500X.119726.

- [14] L. A. David, C. F. Maurice, R. N. Carmody, et al., “Diet rapidly and reproducibly alters the human gut microbiome”, *Nature*, Vol. 505, no. 7484, pag. 559-563, 2014. DOI: 10.1038/nature12820.
- [15] J. Chen, T. Zhu, D. Yu, B. Yan, Y. Zhang, J. Jin, et al., “Moderate Intensity of Treadmill Exercise Rescues TBI-Induced Ferroptosis, Neurodegeneration, and Cognitive Impairments via Suppressing STING Pathway”, *Mol Neurobiol.*, Vol. 60, no. 9, pag. 4872-4896, 2023. DOI: 10.1007/s12035-023-03379-8.
- [16] J. Kim, B. E. Yoon, Y. K. Jeon. “Effect of Treadmill Exercise and Probiotic Ingestion on Motor Coordination and Brain Activity in Adolescent Mice”, *Healthcare (Basel)*, Vol. 9, no. 1, Article number: 7. 2020. DOI: 10.3390/healthcare9010007
- [17] L. A. Dieleman, B. U. Ridwan, G. S. Tennyson, K. W. Beagley, R. P. Bucy, C. O. Elson, “Dextran sulfate sodium-induced colitis occurs in severe combined immunodeficient mice”, *Gastroenterology.*, Vol. 107, no. 6, pag. 1643-1652, 1994. DOI: 10.1016/0016-5085(94)90803-6.
- [18] I. I. Singer II, D. W. Kawka, S. Schloemann, T. Tessner, T. Riehl, W. F. Stenson, “Cyclooxygenase 2 is induced in colonic epithelial cells in inflammatory bowel disease”, *Gastroenterology*, Vol. 115, no. 2, pag. 297–306, 1998. DOI: 10.1016/s0016-5085(98)70196-9.
- [19] K. Brandl, G. Plitas, B. Schnabl, R. P. DeMatteo, E. G. Pamer, “MyD88-mediated signals induce the bactericidal lectin RegIII gamma and protect mice against intestinal *Listeria monocytogenes* infection”, *J Exp Med.*, Vol. 204, no. 8, pag. 1891-900, 2007. DOI:10.1016/s0016-5085(98)70196-9.
- [20] M. E. Johansson, H. E. Jakobsson, J. Holmén-Larsson, A. Schütte, A. Ermund, A. M., Rodríguez-Piñeiro, et al., “Normalization of Host Intestinal Mucus Layers Requires Long-Term Microbial Colonization“, *Cell Host Microbe*, Vol. 18, no. 5, pag. 582-592, 2015. DOI: 10.1016/j.chom.2015.10.007.
- [21] T. Fiolet, B. Srour, L. Sellem, E. Kesse-Guyot, B. Allès, C. Méjean, et al., “Consumption of ultra-processed foods and cancer risk: results from NutriNet-Santé prospective cohort”, *BMJ*, Vol.360: Article Number: k322, 2018. DOI: 10.1136/bmj.k322.

- [22] J. R. Turner, "Intestinal mucosal barrier function in health and disease", *Nat Rev Immunol.*, Vol. 9, no. 11, pag. 799-809, 2009. DOI:10.1038/nri2653.
- [23] C. N. Bernstein, J. F. Blanchard, P. Rawsthorne, N. Yu, "The prevalence of extraintestinal diseases in inflammatory bowel disease: a population-based study", *Am J Gastroenterol.*, Vol. 96, no. 4, pag. 1116-1122, 2001. DOI: 10.1111/j.1572-0241.2001.03756.x.

MODELE DE SFINȚENIE FEMININĂ ÎNTRE BIZANȚ ȘI SPAȚIUL ROMÂNESC: SF. CUV. CASIANA IMNOGRAFA ȘI SF. CUV. PLATONIDA DE LA ARGEȘ

Daniel ENEA^{1,2}

¹ Lect. Univ. Dr., Facultatea de Litere, Istorie, Filosofie și Teologie, Universitatea de Vest din Timișoara, Bulevardul Vasile Pârvan 4, 300223 Timișoara, România.

² Preot la Catedrala Nașterea Maicii Domnului și Sfântul Ierarh Nicolae, Str. Libertății, nr 6, 605400 Moinești, România.

Abstract. *Models of Female Holiness between Byzantium and the Romanian Space: St. Kassiani the Hymnographer and St. Platonida of Argeș. This study explores two paradigmatic models of female holiness within the Orthodox tradition: St. Kassiani the Hymnographer (9th century Byzantium) and St. Platonida of Argeș (16th century Romanian space). By situating both figures within their respective theological and historical contexts, the research highlights the continuity of Byzantine spirituality and its creative reception in the Romanian ecclesial environment. The analysis demonstrates that St. Kassiani represents a liturgical-theological model of holiness, in which doctrine is expressed through hymnography as a form of “sung theology.” Her works, particularly the famous hymn of Holy Wednesday, articulate a profound theology of repentance, emphasizing interiority, personal responsibility, and the transformative power of divine love. In contrast, St. Platonida embodies an ascetic-existential model, where theology is lived rather than written. Her life integrates royal responsibility, maternal experience, suffering, and monastic renunciation into a coherent spiritual journey. She exemplifies the capacity of Orthodox spirituality to transfigure historical and personal*

realities into paths of sanctification. The comparative analysis reveals that these two models are not opposed but complementary, reflecting the patristic understanding of holiness as a personal participation in divine life. While Kassiani contributes primarily to the liturgical and theological consciousness of the Church, Platonida plays a significant role in its communal, cultural, and historical embodiment. Furthermore, the study underscores the organic continuity between Byzantine and Romanian spirituality, demonstrating that Romanian monasticism is not a derivative phenomenon but a living extension of the Byzantine tradition. Ultimately, the paper argues that female holiness in Orthodoxy is both theologically creative and existentially transformative, offering enduring models for contemporary spiritual life.

Keywords: *Female holiness; Byzantine hymnography; Romanian monasticism; Kassiani, Platonida; Liturgical theology*

Introducere

Anul 2026 este declarat de Sfântul Sinod al Bisericii Ortodoxe Române ca Anul omagial al pastorației familiei creștine și Anul comemorativ al sfințelor femei din calendar (mironosițe, mucenițe, cuvivoase, soții și mame). În acest context au fost canonizate 16 femei române. Una dintre ele este și Sf. Cuv. Platonida de la Argeș. În prezentul studiu am căutat să trasez câteva direcții de cercetare, în cheie patristică, făcând o paralelă cu Sf. Cuv. Casiana Imnografa. Problematika sfințeniei feminine în tradiția ortodoxă se situează la intersecția dintre teologie, istorie și antropologie duhovnicească. Departe de a constitui o simplă replică a modelelor bărbătești, sfințenia feminină dezvoltă forme specifice de manifestare a harului, adesea caracterizate prin interioritate, sensibilitate liturgică și responsabilitate comunitară.

În Bizanț, femeile au contribuit decisiv la dezvoltarea culturii teologice, inclusiv în domeniul imnografiei. În spațiul românesc, această

moștenire s-a concretizat într-un monahism profund ancorat în tradiția bizantină, dar adaptat contextului local.

Contextul teologic al Bizanțului în secolul al IX-lea

Secolul al IX-lea constituie un moment de sinteză și maturizare a teologiei bizantine, fiind marcat decisiv de depășirea crizei iconoclaste și de reafirmarea fundamentelor hristologice ale credinței creștine. Restaurarea cultului icoanelor în anul 843, cunoscută drept Triumful Ortodoxiei, nu reprezintă doar încheierea unei dispute dogmatice, ci inaugurarea unei noi etape în care teologia este integrată organic în viața liturgică și în experiența eclezială.

Iconoclasmul și implicațiile sale teologice

Controversa iconoclastă (cca. 726–843) a fost una dintre cele mai profunde crize doctrinare ale Bisericii bizantine, depășind cu mult dimensiunea estetică sau disciplinară. Ea a pus în discuție însăși posibilitatea reprezentării lui Dumnezeu și, implicit, realitatea întrupării. După cum subliniază Alexander Schmemmann, problema icoanelor nu era una marginală, ci *atingea sensul întregii economii a mântuirii* [1]. Argumentația iconodulă, formulată exemplar de Sfântul Ioan Damaschin, pornește de la realitatea întrupării: dacă Dumnezeu Cuvântul S-a făcut om, atunci El poate fi reprezentat în mod legitim. *Imaginea nu este o simplă copie materială, ci o referință la prototip, participând la realitatea acestuia* [2]. Această fundamentare hristologică va fi consacrată definitiv de Sinodul al VII-lea Ecumenic (Niceea II, 787), iar ulterior reafirmată în 843 la Constantinopol, sub împărăteasa Teodora. După cum arată cercetarea teologică contemporană, iconoclasmul a determinat o clarificare fără precedent a raportului dintre materie și har, dintre vizibil și invizibil. În această perspectivă, *materia nu mai este un obstacol, ci un mediu al revelației* [3].

Restaurarea icoanelor din 843 trebuie înțeleasă ca o victorie a teologiei întrupării. După cum subliniază John Meyendorff, această perioadă marchează *„consumarea dialecticii dogmatice a epocii sinoadelor ecumenice”* [4]. În acest context, icoana devine: mărturie

vizibilă a întrupării, expresie a transfigurării materiei, instrument de comuniune între credincios și realitatea divină. Această perspectivă este sintetizată în formula clasică: *cinstea adusă icoanei trece la prototip* [5]. Prin urmare, restaurarea icoanelor nu reprezintă doar o revenire la o practică anterioară, ci o aprofundare teologică a sensului acesteia, în care dimensiunea liturgică devine esențială.

Cultul ca spațiu teologic privilegiat

După depășirea iconoclasmului, teologia bizantină își găsește expresia privilegiată în cult. În această perioadă se consolidează convingerea că teologia nu este doar discurs conceptual, ci experiență liturgică. Principiul *lex orandi, lex credendi* devine normativ: credința Bisericii este exprimată și transmisă prin rugăciune și cântare. După cum afirmă Alexander Schmemmann, *teologia este conținutul experienței liturgice a Bisericii* [6]. În acest sens, liturghia devine: locul actualizării mântuirii, spațiul întâlnirii reale cu Hristos, mediul formării conștiinței teologice. Această mutație explică dezvoltarea extraordinară a imnografiei în secolele IX–X.

Imnografia bizantină ca „teologie cântată”

Imnografia bizantină atinge în această perioadă o maturitate remarcabilă, devenind unul dintre cele mai importante vehicule ale teologiei. După cum arată Petre Vintilescu, *poezia imnografică nu este o simplă ornamentație a cultului, ci o formă autentică de teologhisire* [7]. Imnul liturgic îndeplinește simultan mai multe funcții: dogmatică (transmiterea credinței), exegetică (interpretarea Sfintei Scripturi), mistagogică (introducerea în taina mântuirii). În comparație cu tratatul teologic, imnul are avantajul accesibilității și al interiorizării. El nu se adresează doar intelectului, ci întregii ființe. Această dimensiune este evidențiată și de Kallistos Ware, care subliniază că în Ortodoxie *dogma este cântată înainte de a fi sistematizată* [8].

Un rol decisiv în dezvoltarea teologiei post-iconoclaste îl are monahismul, în special prin reforma inițiată de Teodor Studitul. Mănăstirea Studion din Constantinopol devine un centru major de viață liturgică și creație teologică. Monahismul contribuie la: conservarea

tradiției ortodoxe, formarea autorilor de imne, dezvoltarea unei spiritualități a pocăinței și a interiorizării. După cum arată studiile moderne, victoria asupra iconoclasmului este inseparabilă de afirmarea monahismului ca forță teologică și spirituală în Biserică.

Rolul femeii în contextul teologic bizantin

În acest context, contribuția feminină, deși limitată instituțional, nu este absentă. Femeile apar ca: susținătoare ale Ortodoxiei (ex. împărătesele Irina și Teodora), monahii, creatoare de texte spirituale. În acest cadru se afirmă figura excepțională a Casiane (Casiiei), una dintre puținele femei inmografe cunoscute. Ea se integrează în tradiția studită și exprimă, prin opera sa, sinteza teologiei post-iconoclaste. Imnografia sa reflectă: interiorizarea teologiei întrupării, accentul pe pocăință, dimensiunea personală a relației cu Hristos.

Sfânta Cuvioasă Casiana Imnografa – modelul teologic-liturgic

Date biografice și context

Sfânta Cuvioasă Casiana (Κασσιανή), una dintre cele mai remarcabile figuri feminine ale Bizanțului secolului al IX-lea, *s-a născut la Constantinopol în jurul anilor 805–810, într-o familie aristocratică, beneficiind de o educație aleasă, care includea formare în filosofie, retorică și teologie* [9]. Acest nivel de instruire era relativ rar pentru femeile epocii, *ceea ce indică atât statutul social al familiei sale, cât și existența unor medii culturale în care educația feminină era posibilă, mai ales în capitala imperială* [10].

Un episod semnificativ, transmis de tradiția bizantină, este participarea sa la ceremonia de alegere a soției împăratului Teofil. În cadrul acestui eveniment, dialogul dintre Casiana și împărat a devenit emblematic pentru profilul său teologic. La afirmația împăratului: *din femeie au venit cele rele*, Casiana răspunde: *dar tot prin femeie au venit și cele mai bune* [11]. Replica sa sintetizează într-o formă concisă întreaga teologie a iconomiei mântuirii, punând în paralel căderea prin Eva și restaurarea prin Maica Domnului. Acest episod nu trebuie interpretat doar ca un exercițiu retoric, ci ca o mărturie a unei gândiri teologice bine articulate,

înrădăcinată în tradiția patristică. După cum subliniază cercetările mai noi, astfel de antiteze (*Eva–Maria*) sunt frecvente în literatura patristică, fiind dezvoltate încă din secolul al II-lea [12], de Sfântul Irineu de Lyon. Casiana dovedește astfel nu doar erudiție, ci și capacitatea de a integra tradiția într-o formă sintetică și personală. Refuzul implicit al căsătoriei imperiale și alegerea vieții monahale marchează orientarea definitivă a Casiane spre viața ascetică și contemplativă. *Ea întemeiază o mănăstire la Constantinopol, devenind egumenă și integrându-se în mediul spiritual influențat de reformele studite*[13].

Activitatea iconografică

Casiana este considerată, în mod unanim, cea mai importantă iconografă femeie a Bizanțului [14]. Opera sa se înscrie în tradiția iconografiei post-iconoclaste, caracterizată prin profunzime teologică și rafinament poetic.

Creația sa cuprinde:

- stihiri liturgice (în special pentru Triod și Minei),
- canoane,
- epigrame morale și ascetice.

Dintre acestea, cea mai cunoscută este stihira de la Utrenia din Miercurea Mare („Doamne, femeia cea căzută în păcate”), care reprezintă una dintre cele mai impresionante expresii ale teologiei pocăinței din întreaga tradiție bizantină.

După cum arată Petre Vintilescu, iconografia bizantină realizează o sinteză între dogmă și experiență, între Scriptură și trăirea personală [15]. În cazul Casiane, această sinteză capătă o dimensiune aparte, prin accentul pus pe interioritatea experienței spirituale.

Imnul din Miercurea Mare dezvoltă o antropologie teologică profundă, în care:

- păcatul este înțeles ca o ruptură a relației personale cu Dumnezeu,
- lacrimile devin expresia restaurării acestei relații,
- iubirea apare ca forță transformatoare și mântuitoare.

Textul iconografic nu este doar o meditație asupra unui episod evanghelic (femeia păcătoasă), ci o identificare existențială cu acesta. Subiectul liric devine universal, iar experiența pocăinței este transpusă într-

un limbaj accesibil întregii comunități liturgice. Se înțelege că *această capacitate de a transforma experiența personală în experiență eclezială constituie una dintre caracteristicile esențiale ale immografiei bizantine* [16].

Teologia pocăinței

Dimensiunea centrală a operei Casiane este teologia pocăinței, articulată într-o manieră profund existențială. Spre deosebire de abordările juridice sau strict morale, pocăința este înțeleasă ca: transformare interioară, reorientare a întregii ființe și restabilire a comuniunii cu Hristos. Această perspectivă se înscrie în linia tradiției patristice, în special a Părinților isihasti, pentru care pocăința este o *a doua naștere* [17]. În immografia Casiane, accentul cade pe conștiința personală și pe asumarea responsabilității individuale.

Un element distinctiv este interiorizarea profundă a experienței păcatului. Nu există o externalizare sau o minimalizare a acestuia, ci o asumare totală, exprimată prin imagini de o mare forță poetică. În același timp, pocăința nu este disperare, ci deschidere către iubirea milostivă a lui Hristos.

Această tensiune între conștiința păcatului și nădejdea mântuirii constituie nucleul teologiei sale. După cum observă John Meyendorff, *spiritualitatea bizantină post-iconoclastă este caracterizată tocmai prin această dialectică între cădere și restaurare* [18].

În mod semnificativ, teologia Casiane anticipează anumite dimensiuni ale spiritualității isihaste: accentul pe interioritate, rolul lacrimilor, experiența personală a întâlnirii cu Dumnezeu. Deși nu poate fi considerată o autoare isihastă în sens strict, sensibilitatea sa teologică se apropie de această tradiție, evidențiind continuitatea profundă a spiritualității ortodoxe.

Sfânta Cuvioasă Casiana (Fig. 1) reprezintă un model unic de sfințenie feminină în Bizanț, în care dimensiunea intelectuală, liturgică și ascetică se împletesc armonios. Ea nu este doar o creatoare de texte liturgice, ci un veritabil teolog, care exprimă în limbaj poetic adevăruri fundamentale ale credinței. Prin opera sa, immografia devine spațiu de întâlnire între dogmă și experiență, iar pocăința este transfigurată din act moral într-o cale de comuniune cu Dumnezeu.



Fig. 1. Sfânta Cuvioasă Casiana

Monahismul românesc – continuitate bizantină

Premise istorice și ecleziologice

Monahismul românesc se înscrie organic în tradiția răsăriteană, fiind expresia unei continuități vii cu modelul bizantin, atât la nivel liturgic, cât și spiritual și instituțional. Această continuitate nu trebuie înțeleasă ca o simplă imitație, ci ca o asimilare creatoare, în care elementele bizantine sunt integrate într-un context istoric, cultural și geografic propriu. Creștinarea spațiului românesc, realizată gradual în primele secole, a fost însoțită de pătrunderea formelor monahale răsăritene, mai ales prin intermediul lumii balcanice și al Bizanțului. După cum subliniază Sf. Pr. Mărturisitor Dumitru Stăniloae, spiritualitatea românească nu este o creație izolată, ci *o dezvoltare organică a tradiției patristice în condiții istorice proprii* [19]. În acest sens, monahismul românesc apare ca o prelungire a monahismului bizantin, dar și ca o formă de adaptare a acestuia la realitățile locale, marcate de instabilitate politică, presiuni externe și o structură socială predominant rurală.

Filiera liturgică – transmiterea tradiției bizantine

Una dintre cele mai evidente forme de continuitate este filiera liturgică. Cultul Bisericii Ortodoxe Române este, în esență, cel bizantin,

transmis prin cărțile liturgice fundamentale: Liturghierul, Octoihul, Mineiul, Triodul și Penticostarul.

Acestea nu sunt simple texte rituale, ci vehicule ale unei teologii profund interiorizate. După cum afirmă Alexander Schmemmann, liturghia constituie *expresia normativă a credinței Bisericii* [20].

În spațiul românesc, traducerea și adaptarea cărților liturgice au jucat un rol decisiv în formarea conștiinței ecleziale. Procesul de traducere în limba română, început în secolele XV–XVI și consolidat în secolul al XVII-lea, nu a fost doar unul lingvistic, ci și teologic, implicând o interiorizare a conținutului dogmatic.

Imnografia bizantină, inclusiv creațiile unor autori precum Sfânta Casiana, a fost astfel integrată în viața liturgică românească, devenind parte a experienței spirituale colective.

Organizarea monahală – moștenire studită și athonită

Organizarea monahală în spațiul românesc reflectă influența directă a modelelor bizantine, în special a tradiției studite și, ulterior, a celei athonite. Regulile de viață monahală, tipicul liturgic și structura comunităților monastice sunt inspirate din aceste centre majore ale Ortodoxiei. După cum arată John Meyendorff, monahismul bizantin a fost *coloana vertebrală a vieții spirituale și teologice* [21], iar această funcție este preluată și în spațiul românesc. Începând cu secolul al XIV-lea, odată cu influența isihasmului și cu personalități precum Sf. Grigorie Palama și Sf. Nicodim de la Tismana, monahismul românesc capătă o structură mai bine definită și o orientare spirituală profundă. Mănăstirile devin: centre de rugăciune, școli de formare spirituală și focare de cultură teologică.

Cultura spirituală – între asceză și creație

Un element definitoriu al monahismului românesc este echilibrul între asceză și cultură. Spre deosebire de unele forme radicale de retragere, monahismul românesc dezvoltă o relație dinamică între viața contemplativă și responsabilitatea culturală. Mănăstirile devin centre de: copiere și traducere de manuscrise, de educație și creație artistică (iconografie, arhitectură, miniatură). După cum subliniază Petre Vintilescu, cultura liturgică și imnografică a Bizanțului a fost *asimilată și*

re-creată în spațiul românesc, fără a-și pierde caracterul original [22]. Această sinteză între asceză și cultură reflectă o viziune integrală asupra vieții spirituale, în care cunoașterea și rugăciunea nu se exclud, ci se susțin reciproc.

Una dintre trăsăturile specifice ale monahismului românesc este echilibrul dintre dimensiunea ascetică și cea socială. Monahul nu este doar un ascet retras din lume, ci și un membru activ al comunității ecleziale și, indirect, al societății.

Acest echilibru se manifestă în mai multe direcții:

Asceza - Viața monahală rămâne centrată pe: rugăciune, post și nevoiță ascetică. Aceasta continuă tradiția Părinților pustiei și a monahismului bizantin.

Implicarea socială - Mănăstirile au avut un rol major în: asistența socială, educație și sprijinirea comunităților locale.

Responsabilitatea istorică - În contextul instabilităților politice (invazii, dominații străine), monahismul a devenit un factor de conservare a identității: religioase, culturale și naționale. Părintele profesor Mircea Păcurariu afirmă, că *mănăstirile românești au fost adevărate cetăți de spiritualitate și cultură* [23].

Dimensiunea isihastă și interiorizarea tradiției

Un moment decisiv în evoluția monahismului românesc îl constituie receptarea isihasmului. Această tradiție, centrată pe rugăciunea inimii și pe experiența directă a harului, a fost integrată profund în spiritualitatea locală. Isihasmul accentuează: interiorizarea, tăcerea și experiența personală a lui Dumnezeu. Această dimensiune se regăsește ulterior în întreaga spiritualitate românească, inclusiv în literatura ascetică și în practica monahală. Deci, monahismul românesc reprezintă o expresie autentică a continuității bizantine, dar și o formă de dezvoltare creatoare a acesteia. Prin integrarea liturghiei, a organizării monahale și a culturii spirituale, el reușește să ofere un model echilibrat de viață creștină. Caracterizat prin armonia dintre asceză, implicare socială și responsabilitate istorică, monahismul românesc devine nu doar un spațiu al desăvârșirii personale, ci și un factor esențial în viața Bisericii și a societății.

Sfânta Cuvioasă Platonida de la Argeș – model ascetic feminin în spațiul românesc

Identitate istorică și contextul eclezial

Figura Sfintei Cuvioase Platonida de la Argeș (cu numele de mireancă Despina Milița) se înscrie în galeria marilor personalități feminine ale Ortodoxiei românești, ilustrând într-o manieră paradigmatică sinteza dintre viața laică de responsabilitate publică și asumarea radicală a idealului monahal. *Născută în jurul anului 1487, într-o familie de origine sârbă cu rang nobiliar, Platonida devine soția voievodului Țării Românești, Neagoe Basarab, participând activ la viața politică, culturală și religioasă a epocii* [24]. Despina Milița provenea dintr-o familie nobilă, având origini sârbești și legături cu dinastiile balcanice. În anul 1504, la Curtea Domnească a lui Radu cel Mare din Târgoviște, se refugia mitropolitul Maxim Brancovici, cărturar cunoscut al vremii, împreună cu mama sa, Anghelina, și cu nepoatele sale Elena și Despina Milița. Ambele s-au căsătorit cu domnitori români: Despina cu Neagoe Basarab, iar Elena (zisă și Cătălina) cu Petru Rareș.

În anul 1505 s-a căsătorit cu Neagoe Basarab, alături de care a avut șase copii: Theodosie, Stana, Petru, Ioan, Ruxandra și Anghelina. Din nefericire, o parte dintre aceștia au trecut la Domnul la vârste fragede, suferință care a marcat profund viața Doamnei (Fig. 2).

Această viață de mamă încercată, trăită în rugăciune și în discreție, devine pentru Despina primul pas pe drumul vieții creștine asumate – drumul acceptării voii lui Dumnezeu, în bucurie și în durere.

Contextul istoric în care își desfășoară viața este marcat de tensiuni geopolitice majore, generate de expansiunea otomană și de necesitatea consolidării identității ortodoxe în spațiul românesc. *În acest cadru, domnia lui Neagoe Basarab (1512–1521) este caracterizată printr-o orientare profund spirituală, reflectată în sprijinirea Bisericii, în dezvoltarea culturii și în promovarea valorilor ascetice chiar în mediul curții domnești* [25].



Fig. 2. Sfinții Neogoe Basarab și Milița, alături de cei șase copii:
Theodosie, Stana, Petru, Ioan, Ruxandra și Anghelina

Despina Milița participă la această orientare, fiind nu doar o consilieră apropiată a domnitorului, ci și o prezență activă în viața eclezială. Cea mai strălucită expresie a chemării lor duhovnicești este ctitoria Mănăstirii Curtea de Argeș, sfințită la 15 august 1517. Împreună, soții au înțeles actul ctitoriei nu ca pe un gest politic, ci ca pe un legământ sfânt între ei și Dumnezeu. Despina s-a îngrijit personal de detaliile artistice și liturgice ale lăcașului, fapt ce i-a câștigat respectul clerului și al poporului. Nicolae Iorga descrie atmosfera în care au fost educate tinerele vârstare domnești la Curtea Domnească după anul 1512, când Neogoe Basarab a ocupat tronul Țării Românești: *“În palatul lui Neogoe și al Despinei, însă, copiii lor sunt crescuți în norme stricte bizantine ale evului mediu, în camere închise, supt îngrijirea deosebită și ideală a tatălui. Numele, al Marelui Teodosie, al lui Teodosie Caligraful de mai târziu, n-a fost ales cine știe cum – Teodosie nu s-a chemat nici un Domn al nostru”*. [26]. Tabloul votiv din ctitoria voievodală de la Curtea de Argeș arată că

Teodosie și Stana au fost copiii cei dintâi născuți ai lui Neagoe Basarab și ai Despinei Doamna. *După moartea soțului său, ea traversează o perioadă de profundă suferință, marcată de pierderea mai multor copii, experiență care va determina o reorientare radicală a vieții sale către monahism* [27]. Sfânta Cuvioasă Platonida înțelege, asemenea femeilor mironosițe, că adevărata iubire nu caută mângâiere lumească, ci mângâiere în Dumnezeu. Chiar din mijlocul curții domnești, trăiește o viață de rugăciune și de milostenie, însoțindu-și soțul în idealurile sale de construire a unei țări creștine, întemeiate pe iubire de oameni și de frumos. Intrarea sa în viața monahală, sub numele de Platonida, nu reprezintă o ruptură, ci o împlinire a unui parcurs spiritual deja configurat în perioada vieții de familie. Această continuitate între viața laică și cea monahală constituie una dintre trăsăturile definitorii ale modelului său de sfințenie.

Dimensiunea ascetică și interiorizarea suferinței

Viața monahală a Sfintei Platonida se caracterizează prin asumarea profundă a ascezei, în sensul clasic al tradiției patristice. Asceza nu este înțeleasă ca simplă disciplină exterioară, ci ca proces de transformare interioară, orientat spre dobândirea comuniunii cu Dumnezeu. În acest sens, experiența suferinței personale joacă un rol esențial. Pierderea copiilor și instabilitatea politică sunt asumate nu ca fatalități, ci ca prilejuri de aprofundare spirituală. După cum subliniază tradiția patristică, *suferința poate deveni loc al întâlnirii cu Dumnezeu atunci când este integrată în dinamica pocăinței și a smereniei* [28].

Modelul Platonidei se apropie astfel de paradigma biblică a dreptului încercat, dar și de tradiția ascetică a Părinților pustiei, pentru care renunțarea și suferința sunt căi de purificare și iluminare. În această perspectivă, viața monahală nu este o evadare din lume, ci o transfigurare a experienței existențiale. Platonida nu abandonează realitatea istorică, ci o interiorizează, transformând-o în spațiu de întâlnire cu Dumnezeu.

Rolul eclesial și cultural

Un aspect esențial al personalității Sfintei Platonida este implicarea sa activă în viața Bisericii, atât înainte, cât și după intrarea în monahism. Împreună cu Neagoe Basarab, ea contribuie la realizarea uneia

dintre cele mai importante ctitorii ale Ortodoxiei românești: Mănăstirea Curtea de Argeș. Despre această ctitorie am amintit și în primul subcapitol, ea nu este doar un act de pietate, ci și o afirmație teologică și culturală. *Arhitectura, pictura și programul liturgic al mănăstirii reflectă influența bizantină și, în același timp, creativitatea spațiului românesc* [29]. Tot ei sunt cei care au început, în 1520, construcția Schitului Ostrov din Călimănești, finalizat în 1522. Aici tradiția spune că s-au retras pentru scurte perioade de liniște și rugăciune, căutând pacea sufletului dincolo de tumultul domniei. Ctitoriile lor nu au fost doar zidiri materiale, ci și simboluri ale îndumnezeirii omului prin frumusețe: prin artă, prin rugăciune și prin jertfă. După moartea soțului, Platonida continuă să sprijine viața monahală și să contribuie la consolidarea instituțiilor ecleziale. În acest sens, ea poate fi considerată nu doar o monahie, ci și o personalitate eclezială, implicată în viața comunității. După cum subliniază istoriografia bisericească românească, *mănăstirile au funcționat în această perioadă ca centre de: spiritualitate, cultură și identitate națională* [30]. Platonida se înscrie deplin în această dinamică, ilustrând modul în care sfințenia feminină poate avea o dimensiune comunitară și istorică.

Modelul feminin de sfințenie: între maternitate și monahism

Un element distinctiv al modelului Platonidei este integrarea experienței maternității în parcursul spiritual. Spre deosebire de modelul exclusiv monahal, cazul său evidențiază posibilitatea unei sfințenii care traversează diferite stări de viață. Experiența maternității nu este anulată prin intrarea în monahism, ci transfigurată. Dragostea maternă devine iubire universală, iar suferința pierderii se transformă în compasiune și rugăciune. Această dimensiune reflectă o antropologie teologică profundă, în care vocația feminină nu este limitată la un singur rol, ci se deschide către multiple forme de împlinire spirituală.

După trecerea prematură la cele veșnice a fiului său, Despina a comandat o icoană în care este reprezentată Maica Domnului purtând pe brațe trupul Mântuitorului coborât de pe Cruce (Fig. 3).

În partea stângă a icoanei, în depărtare, *Despina făcu să se zugrăvească însăși cernita sa ființă, purtând pe brațe copilul încoronat care nu mai era acuma printre cei vii*. Dinu C. Giurescu remarca durerea

cu care Despina, văduva lui Basarab Neagoe, își plânge pe fiul ei Theodosie mort prea timpuriu: Intensitatea sentimentului omenesc este sugerată de o reprezentare iconografică unică în aria sud-est europeană: Despina, ținându-și în brațe feciorul, este înfățișată alături de Maria, plângând pe Iisus mort. Iar într-o vreme când moartea lovea în primul rând pe copii, părinții lăseau poruncă să fie îngropați alături de cei pe care-i pierduseră prea de timpuriu, ca cel puțin astfel să fie împreună. Așa aflăm o serie de morminte, cu oasele celor mici alături de cei în vârstă, mărturii tăcute ale unor dureri de zeci de mii de ori trăite [31].

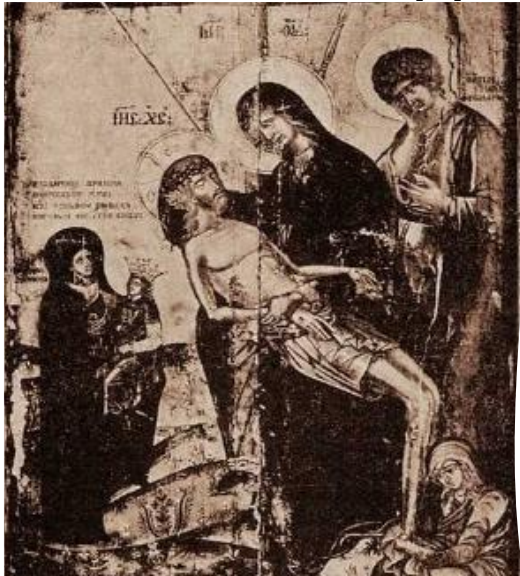


Fig. 3. Icoana Maicii Domnului purtând pe brațe trupul Mântuitorului coborât de pe Cruce, având în stanga pe Despina, văduva lui Basarab Neagoe, care își plânge pe fiul ei Theodosie mort prea timpuriu

În acest sens, Platonida poate fi comparată cu alte figuri feminine din tradiția ortodoxă care au îmbinat viața familială cu cea ascetică, demonstrând că sfințenia nu este condiționată de o formă unică de existență.

Dimensiunea isihastă și interiorizarea tradiției

Deși nu există dovezi directe ale unei apartenențe explicite la curentul isihast, spiritualitatea Sfintei Platonida reflectă influența acestuia, mai ales prin accentul pus pe interiorizare și rugăciune. Isihasmul, transmis în spațiul românesc prin filiera athonită și prin personalități precum Sf. Nicodim de la Tismana, promovează o spiritualitate centrată pe: rugăciunea inimii, liniștea interioară și experiența directă a harului. În viața Platonidei, aceste elemente se regăsesc sub forma unei orientări constante spre interiorizare și comuniune cu Dumnezeu. Această dimensiune confirmă continuitatea dintre monahismul bizantin și cel românesc.

Deci, Sfânta Cuvioasă Platonida de la Argeș, reprezintă un model complex de sfințenie feminină, în care se îmbină armonios dimensiunea ascetică, implicarea eclesială și responsabilitatea istorică. Spre deosebire de modelul inmografic al Casiane, Platonida exprimă teologia nu prin creație literară, ci prin viață și acțiune. Prin asumarea suferinței, prin implicarea în viața Bisericii și prin interiorizarea tradiției spirituale, ea devine un reper pentru înțelegerea sfințeniei în contextul spațiului românesc.

Analiză comparativă: Sfânta Cuvioasă Casiana Imnografa și Sfânta Cuvioasă Platonida de la Argeș – două paradigme ale sfințeniei feminine în continuitatea tradiției ortodoxe

Premise metodologice și teologice

Analiza comparativă a celor două femei – Sfânta Cuvioasă Casiana Imnografa (sec. IX, Bizanț) și Sfânta Cuvioasă Platonida de la Argeș (sec. XVI, spațiul românesc) – presupune nu doar o juxtapunere biografică, ci o interpretare teologico- patristică a modurilor distincte în care harul se manifestă în viața feminină în cadrul Bisericii. Această comparație evidențiază unitatea de fond a tradiției ortodoxe și, simultan, diversitatea formelor concrete de sfințenie.

Din perspectivă patristică, *sfințenia nu este uniformitate, ci participare personală la viața lui Hristos, în funcție de darurile și*

contextul fiecărei persoane [32]. În acest sens, Casiana și Platonida nu reprezintă tipuri opuse, ci expresii complementare ale aceleiași realități ecleziale.

Dimensiunea teologică: inmografie și existență

O primă distincție fundamentală între cele două modele constă în modul de exprimare a teologiei.

Sfânta Casiana se afirmă ca teolog liturgic, exprimând conținutul credinței prin intermediul inmografiei. Opera sa reprezintă o formă de „teologie cântată”, în care adevărurile dogmatice sunt interiorizate și transmise comunității ecleziale în cadrul cultului. După cum subliniază Alexander Schmemmann, în tradiția ortodoxă „*teologia își găsește forma cea mai deplină în liturghie*” [33].

În contrast, Sfânta Platonida nu lasă o operă scrisă, însă exprimă teologia într-o manieră existențială. Viața sa devine locul manifestării adevărului teologic, într-o formă care poate fi numită „teologie trăită”. Această distincție reflectă diferența clasică dintre logos și praxis, fără a implica o separație reală între ele.

În ambele cazuri, teologia nu este un discurs abstract, ci o experiență vie: la Casiana, experiența este transpusă în limbaj poetic, iar la Platonida, ea este întrupată în viață și acțiune.

Antropologia teologică: interioritate și responsabilitate

Ambele modele dezvoltă o antropologie profundă, centrată pe relația personală cu Dumnezeu, însă accentuează dimensiuni diferite ale acesteia.

În cazul Casiane, accentul cade pe interioritatea conștiinței. Inmografia sa explorează adâncimile sufletului uman, punând în evidență: conștiința păcatului, dinamica pocăinței și dorul după comuniunea cu Hristos. Această perspectivă *se înscrie în linia Părinților ascetici, pentru care cunoașterea de sine este condiția cunoașterii lui Dumnezeu* [34].

În cazul Platonidei, antropologia se manifestă prin responsabilitate relațională și istorică. Viața sa evidențiază: asumarea rolului familial, implicarea în viața comunității și transformarea suferinței în experiență spirituală.

Astfel, dacă la Casiana interioritatea este tematizată explicit, la Platonida ea este implicită, manifestându-se prin acțiune și fidelitate.

Teologia pocăinței și a suferinței

Un punct de convergență esențial între cele două modele îl constituie teologia pocăinței, însă exprimată diferit.

La Casiana, pocăința este articulată poetic și liturgic, fiind prezentată ca: lacrimă, întoarcere interioară și întâlnire personală cu Hristos. Imnul din Miercurea Mare devine o paradigmă universală a pocăinței, în care experiența femeii păcătoase este asumată de întreaga comunitate.

La Platonida, pocăința este trăită în contextul suferinței istorice și personale. Pierderea copiilor și instabilitatea politică devin prilejuri de aprofundare spirituală. În această perspectivă, suferința nu este doar o realitate negativă, ci un spațiu de întâlnire cu Dumnezeu, în acord cu tradiția patristică, care vede în încercări o pedagogie divină [35].

Astfel: Casiana oferă o hermeneutică a pocăinței, iar Platonida oferă o practică a pocăinței.

Dimensiunea eclezială: liturghie și comunitate

Cele două modele evidențiază două moduri complementare de participare la viața Bisericii.

Casiana contribuie la viața eclezială prin: creație liturgică, influențarea cultului și formarea conștiinței teologice a comunității. Opera sa este integrată permanent în viața liturgică, devenind parte a experienței ecleziale universale.

Platonida contribuie prin: susținerea instituțiilor bisericești, ctitorii și implicare în viața comunității. În cazul ei, dimensiunea eclezială este mai vizibilă la nivel istoric și instituțional.

Această diferență reflectă două niveluri ale vieții Bisericii: nivelul liturgic (Casiana) și nivelul comunitar-istoric (Platonida).

Tipologii de sfințenie feminină

În Tabelul 1 se prezintă analiza comparativă a celor două tipologii de sfințenie feminină, complementare.

Tabelul 1. Analiza comparativă a celor două tipologii complementare de sfințenie feminină

Sfinte	Casiana	Platonida
Tip de exprimare	imnografic	existențial
Accent	interiorizare	responsabilitate
Mediu	Monahal urban (Constantinopol)	monahal și curte domnească
Contribuție	liturgică	eclesială și culturală
Experiență dominantă	pocăința interioară	suferința asumată

Aceste tipologii nu se exclud, ci se completează, ilustrând bogăția spiritualității ortodoxe.

Continuitatea Bizanț – spațiul românesc

Compararea celor două femei sfinte evidențiază și continuitatea dintre Bizanț și spațiul românesc. Dacă Casiana reprezintă expresia matură a teologiei bizantine post-iconoclase, Platonida ilustrează receptarea și adaptarea acestei tradiții în context românesc. După cum subliniază Sf. Preot Mărturisitor Dumitru Stăniloae, spiritualitatea ortodoxă românească este *o prelungire vie a tradiției bizantine, nu o simplă reproducere* [36]. Această continuitate se manifestă: în viața liturgică, în monahism și în cultura spirituală. Platonida devine astfel o punte între moștenirea bizantină și specificul românesc.

Concluzie

Analiza comparativă a Sfintei Cuvioase Casiana și a Sfintei Cuvioase Platonida de la Argeș evidențiază faptul că sfințenia feminină în Ortodoxie nu este monolitică, ci pluriformă. Cele două figuri reprezintă două moduri complementare de participare la viața lui Hristos: Casiana – prin cuvânt, poezie și liturghie, iar Platonida – prin viață, suferință și responsabilitate.

Ambele converg însă în aceeași realitate teologică: îndumnezeirea persoanei umane prin har. În acest sens, ele oferă nu doar modele istorice, ci reperi vii pentru spiritualitatea contemporană, demonstrând că sfințenia feminină este un spațiu de creativitate teologică și de profundă comuniune eclezială.

Referințe bibliografice

- [1] A. Schmemmann, *Introduction to Liturgical Theology*. Crestwood, NY: St Vladimir's Seminary Press, 1986, p. 67.
- [2] Sf. Ioan Damaschin, *Cele trei tratate contra iconoclaștilor*. trad. Pr. D. Fecioru, București, EIBMBOR, 1998, pp.45–48.
- [3] G. Florovsky, *The Byzantine Fathers of the Eighth Century*. Belmont, MA: Nordland Publishing, 1987, pp.102–105.
- [4] J. Meyendorff, *Byzantine Theology: Historical Trends and Doctrinal Themes*. New York: Fordham University Press, 1974, p.45.
- [5] Sf. Vasile Cel Mare, *Epistole*, PG 32, 1325; cf. *Decrees of the Ecumenical Councils*. ed. Norman P. Tanner, Washington, DC, Georgetown University Press, 1990, p.135.
- [6] A. Schmemmann, *Introduction to Liturgical Theology*. Crestwood, NY, St Vladimir's Seminary Press, 1986, p. 45.
- [7] P. Vintilescu, *Poezia imnografică bizantină*. București, EIBMBOR, 1940, p. 23.
- [8] K. Ware, *The Orthodox Church*. London: Penguin Books, 1993, p. 274.
- [9] E. Catafygiotu, Topping, *Hymns of Kassiani*. Brookline, MA, Holy Cross Orthodox Press, 1992, p. 9.
- [10] A.M. Talbot, „Women and Religious Life in Byzantium,” în *Byzantine Women and Their World*, ed. I. Kalavrezou, Cambridge, MA, Harvard University Press, 2003, pp. 35–36.
- [11] *Sinaxarul zilei de 7 septembrie*, în *Mineiul pe septembrie*, EIBMBOR, București, 2010.
- [12] Sf. Irineu De Lyon, *Împotriva ereziilor*, III, 22, 4, EIBMBOR, București, 2005, p. 245.
- [13] J. Meyendorff, *Byzantine Theology*. New York, Fordham University Press, 1974, p. 52.

- [14] E. Catafygiotu, *Topping, Hymns of Kassiani*. Brookline, MA: Holy Cross Orthodox Press, 1992, p. 15.
- [15] P. Vintilescu, *Poezia imnografică bizantină*. EIBMBOR, București, 1940, p. 41.
- [16] A. Louth, *St John Damascene: Tradition and Originality in Byzantine Theology*. Oxford, Oxford University Press, 2002, p. 198.
- [17] Sf. Ioan Scărarul, *Scara, Cuvântul V*, EIBMBOR, București, 2009, p. 67.
- [18] J. Meyendorff, *Byzantine Theology*. New York, Fordham University Press, 1974, p. 58.
- [19] D. Stăniloae, *Spiritualitatea ortodoxă. Ascetica și mistica*. EIBMBOR, București, 1992, p. 12.
- [20] A. Schmemmann, *Introduction to Liturgical Theology*. Crestwood, NY, St Vladimir's Seminary Press, 1986, p. 16.
- [21] J. Meyendorff, *Byzantine Theology: Historical Trends and Doctrinal Themes*. New York, Fordham University Press, 1974, p. 87.
- [22] P. Vintilescu, *Poezia imnografică bizantină*. București: EIBMBOR, 1940, p. 55.
- [23] M. Păcurariu, *Istoria Bisericii Ortodoxe Române. vol. I*, EIBMBOR, București, 2006, p. 210.
- [24] M. Păcurariu, *Istoria Bisericii Ortodoxe Române. vol. I*, EIBMBOR, București, 2006, p. 192.
- [25] M. Păcurariu, *Istoria Bisericii Ortodoxe Române. vol. I*, EIBMBOR, București, 2006, pp. 195 – 198.
- [26] N. Iorga, *Istoria Bisericii românești și a vieții religioase a românilor.*, vol. I, Editura Ministerului de Culte, București, 1928, p. 183.
- [27] N. Iorga, *Istoria Bisericii românești și a vieții religioase a românilor.* vol. I, Editura Ministerului de Culte, București, 1928, p. 167.
- [28] Sf. Isaac Sirul, *Cuvinte către singuratici*. trad. Pr. D. Stăniloae, EIBMBOR, București, 2003, p. 112.
- [29] R. Theodorescu, *Bizanț, Balcani, Occident la începuturile culturii medievale românești*. Editura Academiei, București, 1974, p. 89.
- [30] M. Păcurariu, *Istoria Bisericii Ortodoxe Române. vol. I*, EIBMBOR, București, 2006, p. 210.

- [31] D.C. Giurescu, *Istoria românilor*. vol. II, Editura All Educational, București, 2003, pp. 225–230.
- [32] Sf. Maxim Mărturisitorul, *Ambigua*. PG 91, 1084C.
- [33] A. Schmemmann, *Introduction to Liturgical Theology*. Crestwood, NY, SVS Press, 1986, p.16.
- [34] Sf. Isaac Sirul, *Cuvinte către singuratici*. trad. Pr. D. Stăniloae, EIBMBOR, București, 2003, p. 89.
- [35] Sf. Ioan Gură De Aur, *Omilii la Epistola către Romani*. trad. Pr. D. Fecioru, EIBMBOR, București, 2005, p. 132.
- [36] D. Stăniloae, *Spiritualitatea ortodoxă. Ascetica și mistica*. EIBMBOR, București, 1992, p. 15.

MAREA UNIRE – 1 DECEMBRIE 1918

Constantin CHIPER

Asociația Națională Cultul Eroilor "Regina Maria", Prahova

Rezumat: În lucrare, plecând de la evenimentele de ordin politic, diplomatic și militar care au stat la baza înfăptuirii Marii Uniri a neamului românesc, năzuință de multe veacuri, realizat pentru prima dată doar la nivelul anului 1600 de marele voievod Mihai Viteazu unirea celor trei țări române: Muntenia, Moldova și Transilvania, urmată de Mica Unire de la 1859. Marea Unire din 1918 a fost rezultatul unui proces istoric complex, accelerat de sfârșitul Primului Război Mondial și de prăbușirea marilor imperii (Austro-Ungar și Rus). Acest proces a cuprins trei momente fundamentale de unire succesivă a provinciilor istorice cu Regatul României. Procesul de reîntregire națională s-a desfășurat de-a lungul anului 1918 prin următoarele etape majore: 27 martie 1918: Unirea Basarabiei (Sfatul Țării din Chișinău a votat unirea Republicii Democratice Moldovenești – Basarabia - cu România). Unirea Bucovinei (Congresul General al Bucovinei, întrunit la Cernăuți, a votat în unanimitate „unirea necondiționată și pentru vecie” a Bucovinei cu Regatul României. 1 decembrie 1918) și Unirea Transilvaniei (Momentul culminant a avut loc la Alba Iulia, unde Marea Adunare Națională a proclamat unirea Transilvaniei, Banatului, Crișanei și Maramureșului cu România). Într-adevăr, au existat o serie de factori și evenimente premergătoare care a permis popoarelor să își decidă singure soarta, urmate de recunoașterea diplomatică internațională a acestor acte de unire.

Cuvinte cheie: Evenimente istorice; Semnificații istorice; Muntenia, Moldova, Basarabia, Transilvania, Banatul, Crișana, Maramureș; Întregirea României; Cronologie

Introducere

De la început am evidențiat evenimentele de ordin politic, diplomatic și militar, care au stat la construcția Marii Uniri: lucrările cronicarilor români Miron Costin, Grigore Ureche, Ion Neculce și stolnicul Constantin Cantacuzino, răspândite în Europa de călătorii străini, care au trecut prin țările române. *Înfăptuirea acestui ideal s-a înscris prima dată prin succesul vremelnice al lui Mihai Viteazul din anii 1599 – 1600, când viteazul voievod și-a înscris în sigiliul solemn stema celor trei țări românești: Muntenia, Moldova și Transilvania. Mihai Viteazul s-a proclamat „...din mila lui Dumnezeu, Io Mihai Voievod Domn a toată Țara Românească și a Ardealului și a toată Țara Moldovei” (Acad. Ștefan Pascu, O zi pentru istorie, în Revista de Istorie Militară, nr. 6/ 1990).*

Etapele înfăpturii Marii Uniri

Sucesiunea treptelor pentru înfăptuirea Marii Uniri din anul 1918, a trecut prin *Răscoala condusă de Horea, Cloșca și Crișan în anul 1784, continuată cu acțiunile desfășurate de reprezentanții Școlii Ardelene: Petru Maior, Samuie Micu (a realizat Istoria Românilor cu întrebări și răspunsuri), Gheorghe Șincai, Ioan-Piuaru Molnar au realizat în 1791 Petiția, cunoscută sub numele Supplex Libellus Valachorum, pe care au trimis-o Curții din Viena, solicitând printre altele, egalitatea în drepturi a românilor cu ungurii, sașii și secuii. A fost respinsă la 9 august 1791. În luna ianuarie 1831 Tudor Vladimirescu a început mișcarea revoluționară în Țara Românească, solicitând și participarea Moldovei și a voluntarilor transilvăneni. Desfășurarea în 1848 a Revoluției burghezo-democrate în Moldova, Țara Românească și Transilvania, care și-au înscris în Programele de Acțiuni și Unirea Românilor într-un Stat Național Românesc. Înfăptuirea Unirii Principatelor Române: Moldova și Țara Românească – pas important pentru Unirea tuturor românilor într-un stat unitar românesc. Războiul de Independență – act pregătit al Unirii românilor din spațiul Carpato – Dunărean – Pontic. Victoriile repurtate de Armata Română în vara anului 1917 la Mărăști, Mărășești și Oituz – factori importanți în pregătirea Actului Întregirii Statale și Eliberării Naționale.*

Acțiunile politice, economice, culturale, diplomatice și militare întreprinse de înaintașii noștri s-au finalizat cu Unirea Provinciilor Românești cu patria mamă – România. Prima provincie românească, care s-a unit cu patria mamă a fost *Moldova dintre Prut și Nistru (Basarabia), la data de 27 martie 1918*. Propunerea făcută de Sfatul Țării de la Chișinău, condus de fostul prof. universitar la Academia din Petersburg, Ion Incuțel a fost aprobată cu 86 de voturi, 3 voturi contra și 36 de abțineri. Componența Sfatului Țării era: 105 moldoveni/români, 15 ucrainieni, 13 evrei, 7 ruși, 3 bulgari, 2 germani, 2 găgăuzi, 1 polonez, 1 armean, 1 grec. Sfatul Țării și Consiliul Directorilor Generali (guvernul condus de dr. Daniel Ciugureanu) au solicitat ajutorul militar al Regelui Ferdinand I și guvernului României, pentru asigurarea liniștei interioare și împiedecarea trupelor ucrainiene și rusești să intervină în treburile interne ale Basarabiei. Marele Cartier General al Armatei României a trimis în ajutor următoarele forțe: Divizia 1-a Cavalerie București în zona Bălți – Soroca, Divizia 11 Infanterie Slatina în Chișinău – Tighina, Divizia a 2-a Cavalerie Iași în zona Cimișlia-Tighina, Divizia a 13-a Infanterie Ploiești în zona Bolgrad-Reni-Cetatea Albă. Ulterior au fost trimise și alte întăriri cu efective din Diviziile 5 Infanterie Buzău, 9 Infanterie Constanța, 10 Infanterie Tulcea și Flotila navală de pe râul Dunărea. Franța avea dispuse în zona Odesa 3 Divizii de Infanterie, Grecia 2 Divizii de Infanterie și Polonia o Divizie de Infanterie, care au contribuit la oprirea unităților militare ruse și ucrainiene să pătrundă în Transnistria și Basarabia. Și ostașii români au susținut flancul stâng al luptătorilor francezi, greci și polonezi.

La data de 15 – 28 noiembrie 1918 s-a desfășurat ședința Consiliului Național Român al Bucovinei, în cadrul căreia Dionisie Bejan, președintele Consiliului Național Român a propus pe Iancu Flondor, președinte al Congresului Bucovinei. Cuvântul lui Iancu Flondor a fost urmat de cuvântul lui Stanislav Kviatovski, reprezentantul etnicilor polonezi și Alois Lebonțon reprezentantul germanilor, care au susținut *Unirea Bucovinei cu România, cu unanimitate de voturi*. Pentru asigurarea liniștei populației și respingerea acțiunilor militare rusești și ucrainiene, Marele Cartier General a trimis în Bucovina Divizia a 8-a Infanterie, comandată de generalul Iacob Zadic, având în componență următoarele unități militare: Regimentele de Infanterie 25 Vaslui, 13 Iași, 16 Fălticeni,

29 Dorohoi și 37 Botoșani, 8 Vânători de câmp Botoșani, 8 artilerie Botoșani.

Actul Unirii din Transilvania a avut acte benefice imediate, reglementând raporturile țăranilor cu moșierii, cât și muncitorilor prin preluarea conducerii întreprinderilor de către aceștia. Pe plan administrativ au fost înlocuite vechile conduceri administrative și politice: notari, pretori, prefecți, jandarmi, care reprezentau autoritatea austro – ungară, cu altele noi, populare, cum au fost: Consiliile Naționale Locale și Gărzile Naționale. Națiunea română și popoarele lumii au fost înștiințate, prin proclamații despre mutațiile profunde petrecute în teritoriile locuite de români, în fostul imperiu austro – ungar. Națiunea română se angaja să nu asuprească alte neamuri. Marele Sfat al Națiunii Române publica la 20 noiembrie 1918, convocarea pentru data de 1 decembrie a Marii Adunări Naționale de la Alba Iulia, frumoasa cetate care a găzduit marele eveniment din istoria Ardealului și a României.

Pentru Marea Adunare Națională au avut loc adunări de alegere a delegaților (deputaților), din rândul intelectualilor, muncitorilor și meseriașilor de la orașe, țăranilor și intelectualilor de la sate. Au fost aleși și reprezentanți ai minorităților naționale: unguri, sași, sârbi. Delegații aleși s-au deplasat la Alba Iulia cu trenurile, mașinile, căruțele și pe jos. Au participat și delegați aleși din Basarabia, Bucovina și vechiul Regat.

Încheierea eforturilor pentru Marea Unire, s-au finalizat prin aprobarea cu unanimitate de voturi, fără condiții a hotărârii celor 1228 de delegați (deputați) al tuturor Ținuturilor Românești, participanți la Marea Adunare Națională de la Alba Iulia, la data de 18 noiembrie/1 decembrie 1918. Pe câmpul unirii au participat peste 100.000 de cetățeni români, germani, unguri, sârbi și alte etnii din Transilvania, Ungaria, Banat, Maramureș, Crișana, Basarabia, Bucovina și Regatul României, care au trăit la maximum evenimentele din această cetate românească.

În sala Cazinoului, denumită de atunci Sala Marii Uniri au prezentat ample și semnificative cuvântări: Ștefan Cicio Pop – președintele Consiliului Național Român Central, care a deschis lucrările Marii Adunări Naționale, prezentând scopurile sale, urmat de președintele adunării ales, octogenarul Gheorghe Pop de Băsești, președintele Partidului Național Român (a decedat la 26 februarie 1919), Vasile Goldiș – omul de vastă

cultură și înaintate concepții politice, care a prezentat pe larg biruința ideii și dorința de unitate națională, Iuliu Maniu care a subliniat unitatea culturală, spirituală și sufletească a românilor, Iosif Jumanca a susținut în numele clasei muncitoare necesitatea unirii. Pe Câmpul lui Horea sau Câmpul Romanilor, pe tribune improvizate au cuvântat: dr. Aurel Vlad, preotul Ștefan Roșian, dr. V. Macoveiu, dr. Victor Bontescu, dr. Silviu Dragomir, dr. Grozda, episcopul Bisericii Ortodoxe Miron Cristea, episcopul Bisericii Catolice Iuliu Hossu, deputatul Alexandru Vaida Voevod, dr. Ștefan Lazăr, delegatul Bucovinei Procopovici, delegatul Basarabiei Pantelimon Halippa, toți explicând semnificația și avantajele Marii Uniri cu patria mamă – România.

Ziaristul Petru Suciuc evidențiază în ziarul „Românul” că, avem o țară mare, frumoasă și bogată, care se întinde de la Nistru până la Tisa și din crestele înalte ale Carpaților până jos în apele adânci ale marelui fluviu Dunărea – totul este pământ românesc. Regatului României, cu un teritoriu de 138.000 km pătrați și o populație de 7.500.000 locuitori s-au adăugat teritoriul Basarabiei cu 46.000 km pătrați și cu 2.500.000 locuitori, al Bucovinei cu 10.000 km pătrați și cu 750.000 locuitori și în cele din urmă, din Ardeal și părțile locuite de românii din Ungaria, cu o întindere de aproximativ 122.000 km pătrați, cu 6.300.000 suflete. Întreaga Românie Mare avea la sfârșitul anului 1919 un teritoriu de 316.000 km pătrați, cu 17.000.000 și ceva de locuitori.

Populația ungurească incitată de foștii conducători de la Budapesta a desfășurat acțiuni rebele împotriva populației românești, fapt ce a determinat Consiliul Dirigent instalat la Sibiu să solicite ajutorul Regelui Ferdinand I și guvernului de la Iași un ajutor militar. Astfel a fost posibilă intervenția unor unități și mari unități militare românești, de la 5/18 noiembrie 1918, pentru a asigura ordinea și liniștea în Ardeal: Divizia 7 Infanterie Roman, comandată de generalul Traian Moșoiu și Divizia 1-a Vânători de câmp au acționat în Ținutul Secuiesc, zona Toplița-Ditrău-Gheorghieni-Miercurea Ciuc-Sân Dămăcuș și apoi spre centrul Transilvaniei. Divizia 6 Infanterie Focșani a trecut în Transilvania pe valea râului Olt, Divizia a 2-a Vânători de câmp s-a deplasat pe valea râului Jiu, împreună îndeplinind misiuni în zona mijlocie a râului Mureș. Regele Ferdinand I a aprobat planul și măsurile pentru remobilizarea armatei.

Guvernul prezidat de Alexandru Marghiloman a fost obligat să demisioneze la data de 26 octombrie/8 noiembrie 1918, fiind înlocuit cu un guvern prezidat de generalul de divizie Constantin Coandă. În aceeași zi Regele Ferdinand I a dat o proclamație către țară, prin care anunța: reforma constituțională, votul universal și împrăștierea, urmând să fie împărțite 2 milioane de hectare din marea proprietate, Domeniile Coroanei Regale și stabilimentele de binefacere.

Ofensiva Armatei Franceze de la Salonic/Grecia spre Balcani a obligat armata bulgară să capituleze la data de 16/29 septembrie 1918. Prin Înaltul Decret nr. 3.179 din 27/9 noiembrie 1918, Armata Română a fost remobilizată la data de 28 octombrie/10 noiembrie 1918, fiind informat Consiliul Militar Superior Interaliat de la Paris de reluarea ostilităților militare. În același timp s-a dat un ultimatum de retragerea armatei germane de pe teritoriul României, comandandate de feldmareșalul August von Mackensen.

Unitățile militare românești, împreună cu unitățile militare ardelenesti și Gărzile Naționale din Ardeal au apărat Marea Adunare Națională de la Alba Iulia, din 18 noiembrie/1 decembrie 1918, de la Alba Iulia. Întrucât delegații din Vestul Transilvaniei, participanți la lucrările Marii Adunări Naționale de la Alba Iulia, înapoiți la domiciliile lor au fost persecutați de fosta administrație ungurească, Armata Română a primit aprobarea Consiliului Militar Suprem Interaliat, de la Paris și a început acțiuni de luptă spre Vest, în luna decembrie 1918, înaintând pe aliniamentul: Satu Mare-Sălaj-Bihor-Arad. Marele Cartier General al Armatei României a organizat armata pe două comandamente militare, în scopul continuării acțiunilor de luptă: Comandamentul de Nord, comandat de generalul Traian Moșoiu, format din Detașamentul de luptă general Olteanu, Divizia a 2-a Cavalerie Iași, comandată de generalul Alexandru Constantinidi, Divizia a 7-a Infanterie Roman și Divizia a 16-a Voluntari Infanterie Transilvania, Comandamentul Militar de Sud, comandat de generalul Mihai Holban, ajutat de generalul Papp Dănilă, format din Divizia 18 Infanterie Voluntari Ardeleni, Diviziile 1-a și a 2-a Vânători de câmp, Divizia 1-a Cavalerie București. Ambele comandamente au fost subordonate Comandamentului Militar al Transilvaniei, comandat de generalului Gheorghe Mărdărescu. Continuând acțiunile de luptă, în luna

aprilie 1919, unitățile militare românești au înaintat spre Huedin-Ciucea-Beiuș-Salonta-Arad, ocupând nodurile de comunicație: Huszt – Satu Mare – Careii Mari – Oradea Mare – Salonta Mare – Beiuș – Koros – Sebeș – Șebiș – Bihor. În ziua mării sărbători de paști/18 aprilie 1918, unitățile românești, comandate de generalii Mihai Holban și Traian Moșoiu au eliberat orașul Oradea și au înaintat spre Tisa.

Marele Cartier General al Armatei Române, condus de generalul de corp de armată Constantin Prezan și șeful Biroului Operații militare, locotenentul- colonel Ion Antonescu au instalat Postul de Comandă la Oradea, elaborând planurile de luptă pentru Campania militară din Ungaria, pentru perioada iulie-noiembrie 1919.

Bela Kun, conducătorul guvernului comunist de la Budapesta, instituit în luna martie 1919, prin înțelegere cu Vladimir Ilici Lenin, conducătorul Rusiei bolșevice a atacat cu armata ungară, susținută de armata rusă, în iunie 1919 armata cehă. Numai intervenția armatei române i-a potolit pe unguri. Totuși armata ungară a început prin surprindere o nouă ofensivă împotriva armatei române, la data de 20 iulie 1919. După un intens bombardament de artilerie, timp de 24 ore, diviziile 5, 6, 7 infanterie ungare au realizat un cap de pod peste râul Tisa, la est de orașul Szolnok, pe un front larg de 80 km și o adâncime de 60 km.

În această situație, armata română a trecut râul Tisa pe data de 28 iulie 1919. Înaintând cu hotărâre în pusta ungară, în după amiaza zilei de 3 august 1919, cinci escadroane de roșiori, din Brigada 4 Roșiori Tecuci, comandate de colonelul Marcel Rusescu au intrat în Budapesta, capitala Ungariei, părăsită de Bela Kun la data de 1 august 1919. A doua zi/4 august au pătruns în Budapesta ostașii Diviziei 1 Vânători de câmp și alte unități militare românești și ardeleni.

Pe parcursul celor aproape 1200 de zile de acțiuni militare, cei peste 1 milion de luptători rulați pe front s-au acoperit de glorie pe Carpați și Dunăre, în trecători și în Câmpia Română, la Porțile Moldovei și în Vestul Apusenilor. Peste 500.000 luptători au căzut în lupte: 2.331 ofițeri morți și 216.966 soldați morți, 310.703 militari au fost răniți sau au fost dați dispăruți. Aceștia li s-au adăugat cei peste 250.000 de civili morți, ca urmare a luptelor desfășurate pe teritoriul țării, rănilor produse de război și tifosului exantematic. Cercetătorii noștri istorici mai prezintă circa 50.000

de morți printre românii transilvăneni, în anii 1914-1918, care au luptat în armata austro-ungară. În Campania militară din 1919, în Ungaria, Armata Română a pierdut 188 ofițeri și 11.479 soldați, din care 69 de ofițeri și 3.601 soldați au murit. La opera de apărare a Marii Uniri și-a adus contribuția Consiliul Dirigent al Transilvaniei, care a ajutat Comandamentul Trupelor Militare din Transilvania, cu efectivele celor patru divizii ardelenice: 16, 18, 20, 21, Regimentul Beiuș, Consiliile și Gărzile Naționale, buna aprovizionare cu hrană a trupei și asigurarea furajelor pentru cai.

Răspunzând apelurilor și recomandărilor Regelui Ferdinand I, Guvernului României, Comandamentului Militar al Trupelor din Transilvania, Marelui Cartier General al Armatei României, ostașii români au acordat atenție protejării populației civile, hrănindu-i zilnic pe cei înfometați, îngrijindu-i medical, pe cei bolnavi și răniți și protejând instituțiile și monumentele împotriva degradării. Ca urmare a cererilor adresate de guvernul Ungariei, Consiliului Militar Suprem Interaliat, Armata română a început retragerea în țară de la 15 noiembrie 1919, începând cu răniții și bolnavii, tehnica de luptă și luptătorii care se aflau în viață. Postul de Comandă al Comandamentului Militar al Transilvaniei, comandat de generalul Gheorghe Mărdărescu s-a retras de la Budapesta la Oradea și s-au fixat grănicerii Diviziilor 20 și 21 Ardelene pe pozițiile stabilite.

* * *

Prin semnarea Tratatelor de la Saint Germain, în ziua de 10 septembrie 1919, cu Austria, la 17 noiembrie 1919, la Neuilly cu Bulgaria, la 4 iunie 1920 cu Ungaria și la 10 august 1920, la Sevres, cu Turcia s-au fixat o serie de clauze teritoriale și politice, militare și de granițe, morale, economice și financiare, susținute cu hotărâre de I. I. C. Brătianu, Nicolae Titulescu, Regele Ferdinand I, Regina Maria și alte personalități române, franceze și engleze în Consiliul Suprem de Pace de la Paris.

Ca și în anii anteriori și anul acesta, la invitația Asociației Naționale Cultul Eroilor „Regina Maria”, Filiala Prahova și Societatea Culturală București – Chișinău, Direcția Învățământ a Raionului Cantemir, în colaborare cu Protoeria Bisericii Ortodoxe Cania din republica Moldova, au participat cu 32 de profesori și artiști din Formația Culturală

„Spicul” la sărbătorirea Marii Uniri, în Municipiile Ploiești și Vălenii de Munte. Inițiatorii invitației au fost inginerii Neculai Ursu și Constantin-Dănuț Stănescu, militarii în rezervă Nicolae Moise, Gheorghe Urzeală și Gheorghe Ioniță. Organizatorii acțiunii culturale – istorice, din Raionul Cantemir au fost inspectorul școlar, profesor Ana Burduja și preotul Vasile Burduja.

Festivitatea din municipiul Ploiești s-a desfășurat în Piața „Eroilor” din municipiul Ploiești, în Ziua de 1 Decembrie 2025, între orele 11:00 – 13:00, fiind deschisă de Corul Filarmonicii „Paul Constantinescu” din Ploiești, cu interpretarea Imnului României. A urmat slujba religioasă susținută de preoții Aurelian Frusinoiu, parohul Bisericii – Catedrală „Sfântul Ioan Botezătorul”, preoții militari Cristea Petrișor și Andrei Cațu. Discursurile au fost prezentate de: primarul municipiului Ploiești, Mihai Polițeanu, vicepreședintele Consiliului Județean Prahova, Mario Daniel Soare, prefectul Județului Prahova, Daniel Nicodim, toți marcând importanța Unirii, ca act istoric și cu o mare nevoie de unitate a poporului român. S-au deșus coroane și jerbe de flori și a urmat defilarea militarilor, din Ministerul Apărării Naționale, Ministerului de Interne, Poliției Locale Ploiești și Fanfarei Consiliului Județean Ploiești – mult așteptată îndeosebi de către copii.

Primarul Mihai Polițeanu a invitat în sala de festivități a primăriei Municipiului Ploiești delegația din Raionul Cania, dialogând cu componenții ei, pe probleme de istorie dedicate Marii Uniri și probleme actuale de ordin politic, economic și cultural.

În continuare, delegația fraților din Moldova s-a deplasat la Parcul Bucov și a admirat busturile personalităților române, care au contribuit la Întregirea Statală și Națională a României – obiectiv cultural unic în Sud – Estul Europei. De aici s-au deplasat la Pensiunea „LIVIU” din Vălenii de Munte, unde au servit masa și au prezentat un frumos program artistic. A doua zi/2 dec., membrii delegației au vizitat obiectivele culturale, realizate de marele om de cultură și istoric Nicolae Iorga, muzeele din localitate și apoi s-au deplasat spre domiciliile dâșilor din Raionul Cantemir.

Referințe bibliografice

- [1] Ș. Pascu, Marea Adunare Națională de la Alba Iulia. Cluj, p. 141, 1968.
- [2] F. Păcurariu, Românii și Maghiarii de-a lungul veacurilor. Editura Minerva, București, 1988.
- [3]-M. G. Lehrer, Ardealul pământ românesc. Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1989.
- [4] M. Vulcănescu, Războiul pentru întregirea neamului. Cluj – Napoca, pag. 11, 1991.
- [5] C. Kirițescu, Istoria Războiului pentru Întregirea României. volumele 1, 2, 3, Editura Karta – Grafic, Ploiești, 2014.
- [6] Ș. Pascu și colectivul, Istoria Militară a Poporului Român. Editura Militară, București 1988.
- [7] * * *, Armata Română și Marea Unire. Editura Daco – Press, Cluj – Napoca, 1993
- [8] C. Chiper, Cronica Militară a Județului Prahova. Editura Scrisul Prahovean – Cerașu, pag. 19-21, 31-32, 38-40, 43-44, 49-54, 60-62, 64-66, 74, 84-85, 2012.
- [9] C. Chiper, Cronica Militară a Județului Vaslui. Editura Pim, Iași, pag. 30-48, 51-80, 83-86, 99-104, 114-116, 120-121, 124, 2012.
- [10] C. Chiper, N. Mihai, M. Fitcal, Omagiu eroilor Județului Vaslui. Editura Sfera, Bârlad, pag. 45-92, 2016.
- [11] C. Chiper, M. Moga, M. –C. Șelaru, Patria înainte de toate. Contribuția vasluienilor la Marea Unire. Editura Pim, Iași, pag. 45-118, 194-203, 217-229, 255-258, 2018.
- [12] C. Chiper, N. Ursu, Vasluienii în războaie. Editura Karta – Grafic, Ploiești, pag. 41-49, 50-54, 63, 68-70, 79-84, 97-101, 2020.

ISTORICUL FAMILIEI ROSETTI

Constantin CHIPER

Asociația Națională Cultul Eroilor "Regina Maria", Prahova

Rezumat: Familia Rosetti reprezintă una dintre cele mai vechi și influente dinastii boierești din istoria Moldovei și a Țării Românești, având o prezență marcantă în politică, cultură și viața militară timp de secole. Tradiția familiei susține că strămoșii lor provin din Genova (Italia). Un înaintreș, Ion Rosetti, s-ar fi stabilit la Constantinopol în secolul al XIII-lea, unde s-a integrat în nobilimea bizantină și a trecut la ortodoxie. Familia a apărut în Moldova în secolul al XVII-lea. Primul membru de vază a fost Lupu Ruset, care a ocupat funcții înalte, însă consacrarea politică a venit prin Antonie Ruset, domnitor al Moldovei între 1675 și 1678. Datorită numeroaselor moșii și căsătorii strategice, familia s-a împărțit în mai multe ramuri cunoscute după numele proprietăților lor: Rosetti-Roznovanu, cea mai bogată ramură, cu centrul la palatul din Roznov. Rosetti-Solescu, din care a făcut parte Elena Cuza, soția domnitorului Alexandru Ioan Cuza, Rosetti-Tescan, legată de moșia Tescani, unde s-a născut Maria Cantacuzino-Enescu, ramura munteană, reprezentată de figura proeminentă a lui C.A. Rosetti, unul dintre liderii Revoluției de la 1848. Dintre membri marcanți se numără: C.A. Rosetti (1816–1885), politician liberal, fondator al Academiei Române și figură centrală a modernizării României, Radu Rosetti (1853–1926), istoric, genealogist și scriitor, Radu R. Rosetti (1877–1949), general de brigadă, istoric militar și academician, victimă a regimului comunist..

Cuvinte cheie: Familiile Rosetti; Semnificații istorice; Moldova, Muntenia, Personalități, Cronologie

Introducere

Familie de boieri români, care s-au afirmat în viața politică, economică și culturală a României, mai ales în secolul al XIX-lea. Provine din Familia de boieri Ruset de origine greacă, stabilită în Principatul Moldova, în a doua jumătate a secolului al 17-lea, unde s-a înrudit cu marile familii locale. Primii veniți au fost Iordache, Lascarache și Manole Ruset, fiii lui Constantin Cuparul Capuchehaia, numiți și Cupărești. Din această familie s-au născut viitorii domni : Antonio Ruset domnitor în Moldova, în anii 1675 – 1678; Radu Ruset, fratele lui Iordache Ruset, a fost mare vistier și mare vornic, conducătorul partidei Cupăreștilor și al treburilor Moldovei, între anii 1685 – 1710; Manole Giani Ruset a fost domnitor al Țării Românești în anii 1770 – 1771 și al Moldovei în anii 1788 – 1789, apoi a fugit în Rusia.

Pe teritoriul României au trăit următoarele ramuri ale Familiei Rosetti :

- 1-Ramura de Sud în Muntenia;
- 2-Ramura de Centru în Comănești-Moldova;
- 3-Ramura de Centru a Moldovei-Solești/Vaslui;
- 4-Ramura de Nord a Moldovei-Pribești și Stânca

Roznovanu, Județul Iași.

RAMURA DE SUD ÎN MUNTENIA a fost dominată de Constantin A. Rosetti. Fiul spătarului Alexandru Rosetti s-a născut în anul 1816 în București și a trăit până în anul 1885. Era din fire un teribilist, bine cunoscut ca om politic și publicist. A studiat la Liceul „Sfântul Sava” vecin cu Parcul Cișmigiu din București, apoi la Paris din anul 1845, în paralel cu instruirea în tainele masoneriei. După doi ani s-a întors în București, cu plete lungi și barbă stufoasă, înfășurat într-o mantie de «carbonaro», cu poala aruncată neglijent peste umăr. A cumpărat o librărie și o tiparniță în București.

În anul 1847 s-a căsătorit cu Mary Grant, fiica unui căpitan din Scoția-Marea Britanie, care era angajată guvernantă în familia colonelului Alexandru Odobescu, comandantul garnizoanei militare București, ajutând la educarea copiilor săi. Constantin A. Rosetti a făcut două nunți: prima în

Casa de Plymouth a familiei miresei, într-o ceremonie anglicană și a doua la Viena, într-o ceremonie ortodoxă.

După căsătorie ambii soți au adunat bani din vânzarea cărților (C.A.Rosetti) și din educarea copiilor (Mary) pe care i-au folosit pentru a cumpăra arme și a contribui la pregătirea revoluției din anul 1848 în Țara Românească. În vara anului 1848, C. A. Rosetti a fost numit prefect de poliție în guvernul provizoriu, după fuga de pe tron a domnitorului Gheorghe Bibescu. Mary a devenit Maria Rosetti și a dat naștere unei fetițe, pe care au numit-o Libertatea-Sofia. Întrucât soțul i-a fost arestat, Maria a pornit cu fetița la piept pe urmele lui. A ajuns corabia pe Dunăre la Vidin, dar nu a putut să-și elibereze soțul. A urmat corabia pe Dunăre și nici la Orșova n-a reușit să-l elibereze. Deplasându-se mai departe a reușit să-și elibereze soțul, după oprirea bărcii pe malul Dunării, într-un sat situat la nord de Orșova și pe ceilalți revoluționari : I. C. Brătianu, Cezar Boliac, Dimitrie Bolintineanu, Nicolae Bălcescu, frații Golești!

De aici au ajuns la Paris, însoțiți de revoluționarul și cunoscutul pictor Constantin- Daniel Rosenthal, evreu născut la Budapesta, înflăcărat luptător pentru cauza românească. Soții Rosetti au devenit modele pentru renumitul pictor. Așa a devenit Maria Rosetti, chipul „România Revoluționară” și « România de la 1848 pe Câmpia Libertății ». Dorind să-și viziteze mama la Budapesta, pictorul Constantin-Daniel Rosenthal a fost prins de poliția imperială și l-au ucis, invidioși că a iubit România !

Înapoiindu-se de la Paris, Constantin A. Rosetti a fost ales deputat, numit ministru și primar al Bucureștiului. În casa lui, împreună cu Maria a pregătit alegerea lui Alexandru Ioan Cuza, la data de 24 ianuarie 1859, în calitate de domnitor al Principatelor Române Unite. După Lovitura de stat a lui Cuza și Kogălniceanu din data de 2 mai 1864, Constantin A. Rosetti a contribuit la realizarea „monstruasei coaliții” în 1865, formată din liberalii radicali, marii moșieri (boieri) și conducătorii Bisericii Creștin Ordoxe din interior și de la Sfântul mormânt și la detronarea domnitorului Alexandru Ioan Cuza în noaptea de 11 februarie 1866.

Maria Rosetti a făcut mari eforturi pentru ajutarea oamenilor necăjiți, după Unirea Principatelor Române și apoi în Războiul de Independență 1877-1878. Marea iubire a lui Constantin A. Rosetti cu Maria a fost binecuvântată cu opt copii, din care au trăit patru: Libertatea-

Sofia și trei fii – Mircea, Vintilă și Horia. Constantin A. Rosetti a decedat în anul 1885 și a fost înhumat în Cimitirul Bellu din București. Maria a decedat în anul 1893.

Din această ramură a Rosetteștilor s-a mai remarcat Vintilă Rosetti, născut în anul 1883 în Franța, ca fiu a lui Vintilă C. Rosetti, conducătorul ziarului „Românul” (fondat de Constantin A. Rosetti), precum și fondatorul Revistei „Dacia Viitoare” și a „Ligii Culturale”.

Ramura de Comănești, Județul Bacău

Radu Rosetti s-a născut la Iași în anul 1853 s-a afirmat ca scriitor și istoric român. Fiul său Radu R. Rosetti s-a născut în anul 1877 în localitatea Căiuți, Județul Bacău. A fost ofițer în Armata română, comandând în luptele de la Mărășești Regimentul 47 Infanterie din Ploiești, cazarma de pe str. Torcători, dublura Regimentului 7 Infanterie Prahova. În luptele desfășurate în ziua de 6 august 1917 la Mărășești a fost grav rănit. A fost decorat cu înaltul ordin militar „Mihai Viteazul” clasa a II-a și „Legiunea de onoare franceză” și avansat până la gradul de general de divizie. A fost un remarcabil istoric militar și membru al Academiei Române.

În anul 1948 a fost arestat de guvernul impus de sovietici la 6 martie 1945 și a decedat în închisoarea Văcărești din București, în Ziua de 2 iunie, când s-a sărbătorit „Ziua Eroilor”, împărtășind aceeași soartă ca a multor ofițeri și generali români, între ei și generalul de divizie Ioan Popescu, care în iulie-august 1917 a comandat cu dârzenie și inteligență, Divizia a 13-a Infanterie Ploiești, din care a făcut parte și R. 47 Infanterie.

Ramura Moldova de centru – Solești, Jud. Vaslui

Respectabila familie a Rosetteștilor din această zonă a început cu Iordachi Ruset, devenit Rosetti prin înrudirea cu marile familii boierești Balș, Catargi, Catacuzino, Sturdza. Iordache născut în anul 1645 a decedat în anul 1720. A fost mare vornic și a avut moșii din zona Solești până la Bălți – teritoriul Moldovei dintre Prut și Nistru, însă prin diverse întâmplări

și împărțirea lor numeroșilor fii a rămas cu miile de hectare din zona Solești, pe care urmașii le-au transmis nepotului Iordache Rosetti – Solescu.

Iordache Rosetti – Solescu s-a născut în anul 1796, s-a școlit în familie, în Iași și Polonia. A primit titlul onorific de postelnic. În anul 1830 s-a căsătorit cu fiica cea mare, Ecaterina (Catinca) a logofătului Dumitrache Sturdza din Miclăușeni, fostul Județ Roman, în prezent Județul Iași. Ecaterina a avut ca frați pe Constantin Sturdza și Alexandru Sturdza. Familia Iordache și Ecaterina Rosetti – Solescu au fost bine cuvântați cu cinci copii: Elena Rosetti născută la data de 17 iunie 1825 în Iași, unde părinții aveau o casă pe strada Romană, Constantin născut în anul 1827, Dumitru născut în anul 1830, Zoe născută în anul 1833 și Theodor născut în anul 1837.

Elena Rosetti – Solescu a primit de mică o educație aleasă, după severele principii pedagogice ale vremii, sub supravegherea directă a mamei Ecaterina Rosetti – Solescu. Elena a învățat ușor limbile franceză și germană, pe care le folosea cu deosebită eleganță în corespondența purtată cu prietenele. De la vârsta de 7 ani și-a continuat studiile particulare, cu guvernante și profesori străini, la moșia unchiului său Constantin Sturdza de la Șcheia, împreună cu copiii acestuia și a altor rude apropiate.

Împlinind vârsta de 15 ani, Elena s-a stabilit în Iași, unde a fost introdu-să în înalta societate. Aici l-a cunoscut pe Alexandru Ioan Cuza, născut la data de 20 martie 1820 în orașul Bârlad. Elena s-a căsătorit cu Alexandru Ioan Cuza la data de 30 aprilie 1844. Nunta s-a desfășurat la conacul Familiei Rosetti din localitatea Solești. Elena avea o fire opusă soțului ei, fiind domoală, retrasă, cumpătată, cam stângace și puțin timidă, lipsită de încredere în forțele proprii, stăpânită în societate de complexe de inferioritate. Deși căsătoria nu a fost din cele mai reușite, Alexandru Ioan Cuza nefiind un soț statornic, totuși între ei s-au păstrat relații de respect.

La data de 10 ianuarie 1846 au decedat simultan bunica, vorniceasa Catinca Rosetti și fiul ei, Iordache Rosetti-Solescu, tatăl Elenei. Deceționată Elena a organizat înmormântarea lor la intrarea în Biserica „Adormirea Maicii Domnului” din Solești, care a fost construită de ei. După o săptămână, Elena a comandat la Constantinopol, o placă de

marmură, pe care s-au săpat în limba slavonă, următoarele versuri: „La acest semn de pomenire/Caută omule să vezi/Cum a lumii fericire/Azi o ai și mâine o pierzi!”. Rezolvând aceste probleme Elena a revenit la Galați lângă soțul său, de care era legată sufletește și-i păstra un respect deosebit, iubindu-l mai presus de orice.

După înăbușirea revoluției din martie 1848 în Moldova, Elena Cuza a dovedit o trăsătură de caracter hotărâtă. Pusă în fața situației periculoase, determinată de arestarea în casa lui Mavrocordat a lui Alexandru Ioan Cuza și al altor unsprezece participanți la evenimentele din Iași, transportarea lor la Galați de către oamenii domnitorului Mihail Sturdza, pentru a fi predați Imperiului Otoman, Elena a dat dovadă de o extraordinară energie, inițiativă și hotărâre. A pornit singură de la Solești la Galați și s-a întâlnit cu consulul englez Cumingam. Împreună au pus la punct evadarea lui Alexandru Ioan Cuza și a însoțitorilor săi la Brăila, împiedecând ancorarea bărcii pe malul portului Măcin, pentru a fi trecuți în Dobrogea.

De la Brăila Alexandru și Elena Cuza au plecat în Transilvania și au participat în luna mai 1848 la adunarea revoluționarilor, pe Câmpia Libertății din localitatea Blaj. Apoi au plecat la Cernăuți, unde s-au întâlnit cu Mihail Kogălniceanu în casa lui Eudoxiu Hurmuzache și mai departe la Viena și Paris. Alexandru Ioan Cuza și soția sa Elena s-au întors în Moldova după un an de zile, când tronul Moldovei a fost ocupat de Grigore Alexandru Ghica, care susținea revoluționarii și milita pentru Unirea Principatelor Române.

În anul 1856 a decedat Zoe, sora Elenei, care se căsătorise cu moșierul Iordache Lambrino din localitatea Banca, Județul Vaslui, fapt ce a determinat-o să ajute pe cumnatul său la creșterea celor trei băieți. După Unirea Principatelor Române din 24 ianuarie 1859, Elena a devenit Înalta Doamnă a României. Aflând vestea alegerii soțului său, Alexandru Ioan Cuza în calitate de domn în Moldova, la data de 5 ianuarie 1859, Elena l-a îmbărbătat spunându-i: „Ești bun, Măria Ta! Ești înțelept și-ți iubești mult neamul. Cu aceste însușiri poți stăpâni fără teamă și o împărăție. Fii vrednic de încrederea celor ce ți-au dat-o!”.

La îndemnul soțului pentru a nu se expune intrigilor, Elena Cuza a plecat în anul 1860 la Roma, Veneția, Milano, Paris continuând să se ocupe de educația nepoților Lambrino. A prezentat și onorurile țării în

cercurile politice ale Franței. Împăratul Napoleon al III-lea i-a făcut o primire triumfală la palatul Tuileries, acordându-i o audiență timp de o oră. În lipsa ei, în viața domnului Cuza a intrat Maria Obrenovici, fiica cea mare a boierului Costin Catargiu din Vrancea, fosta soție a principelui Milanovici al Serbiei și mama viitorului principe al Serbiei, Milan Obrenovici.

Elena Cuza a revenit în țară la mijlocul anului 1862, pentru a face onorurile Curții Domnești. Astfel a contribuit cu modestia și demnitatea sa la susținerea reformelor lui Cuza, fiind inspiratoarea fericită a Legii Instrucțiunii publice. De asemenea s-a implicat în rezolvarea situației precare a țăranimii, susținând ferm reforma agrară.

Calitățile sale sufletești și educația primită au îndemnat-o să-și dedice întreaga viață și avere acțiunilor caritabile: confecționarea de îmbrăcăminte în apartamentul său, pe care le dădea sărmanilor; înființarea Azilului „Elena Doamna” pentru fete tinere, la data de 29 iulie 1862 în București; aducerea unor îmbunătățiri Maternității din Pantelimon, a Ospiciului infirmilor și al smintiților de la Mărcuța și al Spitalul Militar București. După data de 20 august s-a deplasat la Iași, vizitând Spitalul Central al Mănăstirii „Sfântul Spiridon”, Spitalul și Maternitatea copiilor găsiți fără părinți, Spitalul Israelit, Închisoarea din oraș, peste tot acordând ajutoare. Reîntoarsă în București a comandat uniforme școlare pentru școlile pe care le-a patronat, a pregătit un corp de infirmieri, a întemeiat Asociația „Crucea Roșie”.

La sfârșitul lunii martie 1864, soții Alexandru și Elena Cuza s-au deplasat la Conacul de la Ruginoasa, unde localnicii le-au făcut o entuziastă primire. În această plăcută atmosferă, au sărbătorit împreună paștele și Elena a acceptat înfierea primului fiu al lui Alexandru Ioan Cuza, pe care l-au botezat cu prenumele de Alexandru, hotărându-se să se ocupe de creșterea și educarea lui. La data de 21 mai 1864 s-au deschis urnele de vot, pentru aprobarea Loviturii de stat inițiate de Cuza și Kogălniceanu la data de 2 mai 1864 și împrăștierea țăranilor, pe care Elena Doamna a susținut-o cu toată puterea inimii sale și a sufletului ei bun.

Starea sănătății lui Alexandru Ioan Cuza s-a înrăutățit, după decesul mamei sale Soltana Cuza, la data de 20 mai 1865. Cunoscându-se faptul că el moștenise boala mamei lui, la insistențele soției a acceptat să meargă la

tratament în Stațiunea Ems din Germania. În timp ce se afla tratament, la data de 3 august a izbucnit o răscoală în București și domnitorul s-a înapoiat la datorie. La data de 5 noiembrie 1865, marea Doamnă Elena Cuza a acceptat înfierea și al celui de al doilea copil Dimitrie născut de Maria Obrenovici, suferind umilințele și batjocurile doamnelor și politicienilor din înalta societate a capitalei București.

Elena Cuza a suportat cu stoicism abdicarea domnitorului Alexandru Ioan Cuza, forțată de „monstruoasa coaliție” formată din Liberalii radicali, marii moșieri și conducătorii Bisericii Ortodoxe române și a preoților de la Sfântul mormânt, care s-au pronunțat împotriva reformelor înfăptuite de domnitor, cumulată cu trădarea unor militari, în noaptea de 10 spre 11 februarie 1866. Elena împreună cu copiii Alexandru și Dimitrie au însoțit soțul și tatăl în peregrinările sale în Europa: Viena, Florența, Paris, Germania. În anul 1869 Elena Doamna a participat la decesul în brațele sale a mamei Ecaterina și pe care a înmormântat-o la Solești. Averea familiei Rosetti i-a revenit fratelui cel mic Theodor, care a vândut-o lui Constantin, fratele cel mare. Revenind lângă soț și copii în Austria la Dobligh, în 1870 s-au mutat la Florența. În 1873 s-au mutat cu toții în Germania la Heidelberg, pentru a le oferi condiții mai bune de instruire copiilor. Însă a urmat o altă tragedie. După trecerea munților Alpi, Alexandru Ioan Cuza a răcit, după care și-a găsit sfârșitul. Credincioasa lui soție a fost lângă el în noaptea de 15 mai 1873, ora 01:30 în Hotelul „Europa” din Heidelberg, când a decedat după grele și lungi suferințe fizice și psihice. Pe certificatul de deces medicii au trecut ca loc al nașterii București și Elena Doamna a tăiat, notând corect orașul Bârlad (fostul Județ Tutova, devenit Județul Vaslui, după reorganizarea administrativă din 1968).

Corpul neînsuflețit a lui Alexandru Ioan Cuza a fost transportat în țară și înhumat în Biserica din curtea Conacului din localitatea Ruginoasa, Județul Iași, cumpărat de la Mihail Sturdza, vărul primar al Elenei Cuza. Toate măsurile au fost luate de Theodor Rosetti, fratele Elenei, ambasador al României în Germania în anii 1871-1875. La înhumare au participat prietenii și colaboratorii domnitorului: Vasile Alecsandri, Mihail Kogălniceanu, Costache Negri ș. a., precum și trei mii de țărani și orășeni din România, așa cum a precizat scriitorul și ziaristul Anton Bacalbașa.

Doamna Elena Cuza „...i-a păstrat memoria lui Cuza, cu o extraordinară devoțiune, neîngăduind să se rostească un singur cuvânt despre slăbiciunile lui, pe care le cunoștea, le-a suportat și le-a iertat, ea fiind singura care putea să aibă acest drept” a apreciat marele nostru istoric Nicolae Iorga.

Elena Doamna i-a crescut pe cei doi fii până la maturitate. Fiul cel mic - Dimitrie, absolvent al Facultății de Drept, suferind de o boală de piept s-a sinucis prin împușcare în octombrie 1888 la Pari, capitala Franței. Elena l-a adus la Ruginoasa și l-a înmormântat în dreapta tatălui. Primul fiu Alexandru, care a studiat în Facultatea de Drept și de Istorie din Paris, suferind de o boală a inimii, a încercat să facă o carieră în politică, însă n-a reușit, pentru-că a fost obstrucționat de politicienii vremii din România. S-a căsătorit în anul 1889 cu Maria Moruzi. Înainte de a muri în Spania, la Madrid a făcut un testament în favoarea tinerei soții Mariei Moruzi, defavorizând-o pe cea care l-a crescut cu mult drag.

Marginalizată de Maria Moruzi, Elena Cuza s-a retras în Iași fondând Spitalul de copii „Caritatea”, căruia i-a donat suma de 5000 de lei și i-a oferit calitatea ei de infirmieră. Elena Doamna a dăruit spitalului și casele din strada Romană-Iași și s-a stabilit din 1903 în orașul Piatra Neamț, unde a fost vizitată de marea personalitate a poporului român Nicolae Iorga.

Marea Doamnă Elena Rosetti-Cuza a decedat la data de 2 aprilie 1909 în orașul Piatra Neamț. A fost transportată cu trăsura la casa părintească din comuna Solești, Județul Vaslui și a fost înhumată fără ceremonial oficial. Slujba religioasă a fost susținută de preotul paroh din localitate, conform dorinței exprimate în testamentul personal. Au participat mulți oameni din comuna Solești și alte localități învecinate, care i-au apreciat și iubit sufletul curat.

Costache I. Rosetti

Familia Rosetti din această familie a trăit la Stânca Roznovanu și Pribești, Județul Iași. Membrii acestor familii s-au afirmat în revoluția de la 1848, au susținut Unirea Principatelor Române din ianuarie 1859. Primul frate al Elenei Rosetti – Solescu s-a născut în anul 1827. Absolvent al Facultății de Drept la Paris a fost reprezentantul diplomatic al României în

Bavaria-Germania. A fost căsătorit și a avut cinci copii: Gheorghe, Efrem, Constantin, Iordache și Elena. Primul fiu Gheorghe Rosetti a fost ambasadorul României la Petrograd – Rusia. În anul 1895 l-a cunoscut pe ambasadorul Franței De Gers și s-a împrietenit cu fiica sa Olga, cu care s-a căsătorit. Din mariajul lor a rezultat fiul Teodor Rosetti, absolvent al Facultății de litere, care în august 1948 a donat castelul moștenit de la familie, cu proces verbal Primăriei comunei Solești, Județul Vaslui, pentru a fi transformat în localul Școlii de 7 clase. După reforma învățământului din august 1948, conacul Rosetti a fost transformat în Școala Elementară din Solești, pe care au frecventat-o mii de copii din comună și comunele învecinate: Știoborâni, Șerbotești, Văleni, Ferești, Tătărăni, Miclești și alte localități.

Actul întocmit între directorul școlii profesorul Alexandru Constantin și eruditul moșier Teodor Rosetti „a fost rățăcit”, fapt ce a împiedecat conducerea primăriei Solești să efectueze reparațiile necesare, după cutremurul din data de 4 martie 1977. După această dată, conducerea primăriei Solești a construit un nou local de școală pe un teren donat de Familia Iacob, vecin cu conacul și biserica ortodoxă construită de Familia Rosetti.

După revoluția din decembrie 1989, cu ajutorul unor juriști corupți, cei doi fii ai lui Teodor Rosetti, care trăiau în Franța au revendicat bunurile ce au aparținut Familiei de boieri Rosetti, frânând și mai mult lucrările de reparație a frumosului conac, care fusese afectat și de fosta conducere a Cooperativei Agricole de Producție, prin demolarea zidului împrejmuitoare. Cărămizile din zidul demolat le-au folosit la construirea grajdurilor de animale din C.A.P.

Efrem și Constantin Rosetti, fiii lui Constantin Rosetti s-au școlit în Școala Militară de Ofițeri Activi Infanterie din Bavaria, împreună cu Friederich Von Paulus din Baden Baden-Germania și au înlesnit cunoașterea de către acesta a sorei lor Elena. Frumoasa și inteligenta Elena C. Rosetti s-a îndrăgostit de Friedrich Von Paulus, cu care s-a căsătorit în anul 1912. Tinerii însurăței au dat societății germane trei copii: Olga născută în anul 1914 și cei doi gemeni Friedrich și Ernst-Alexander, născuți în anul 1918. Friedrich Von Paulus-tatăl a avut o carieră militară deosebită, parcurgând treptele ierarhiei militare de la gradul de locotenent

în timp de pace la gradul de feldmareșal și de la funcția de comandant pluton infanterie la funcția de comandant al Armatei a șasea germane, în luptele de la Stalingrad. A capitulat în ianuarie 1942 în încercuirea rusească de la Stalingrad, salvând viețile a 350.000 de ostași germani. Prizonier la ruși până în anul 1950, a fost transferat în Republica Democrată Germană. A contribuit la organizarea Armatei și a miliției. A participat la Procesul de la Niuremberg. A decedat în anul 1957 și urna cu rămășițele corpului său au fost înhumate în Cimitirul din Dresda. Deshumată de fiica sa Olga, urna sa funerară a fost transferată în cavoul din Baden Baden, alături de credincioasa sa soție.

Elena Von Paulus s-a opus politicii desfășurate de Hitler pentru atacarea și ocuparea Poloniei și al celorlalte state din Europa și în februarie 1943, pentru-că a refuzat să divorțeze de soțul său a fost condamnată la închisoare împreună cu fiica sa Olga și fiul Ernst-Alexander. Au fost duși în munții Alpi și apoi în lagărul de la Dachau. Cel de al doilea fiu, colonelul Friedrich Von Paulus a căzut în luptele cu armatele anglo-americe în Anzii din Italia. Elena, Olga și Ernst-Alexander Von Paulus au fost eliberați de armatele anglo-americe în anul 1945. Elena a decedat în anul 1949, neputând să-și mai vadă iubitul soț și a fost înhumată de fiica Olga în Cimitirul din Baden Baden scriind sobru deasupra inscripției cu Feldmareșal Friedrich Von Paulus: „Constance Elena Paulus geb. Rosetti – Solescu”, un nume aristocratic.

Dimitrie I. Rosetti

Cel de al doilea frate a Elenei, Dimitrie Rosetti s-a născut la data de 6 octombrie 1830. A făcut primele studii acasă. A studiat apoi la Lemberg în Polonia, continuând studiul Dreptului la Viena. După obținerea licenței s-a înapoiat în țară în anul 1855 și a fost numit membru al Divanului de Apel. La data de 15 septembrie 1855 a fost înălțat în rangul de spătar și la data de 25 ianuarie 1856 a devenit agă.

După Unirea Principatelor Române a fost numit președinte al Judecătoriei Vaslui și secretar al Adunării Deputaților. La data de 24 aprilie 1860 s-a căsătorit cu Ana Catargi, fiica Mariei și a lui Alecu Catargi. A

condus Ministerul Cultelor și Instrucției Publice, în perioada 23 mai-23 septembrie 1861, în guvernul condus de Anastasie Panu.

În perioada februarie 1862-martie 1863 a îndeplinit funcția de membru al Curții de Casație. În anul 1866 a îndeplinit funcția de prim-vicepreședinte al Curții de Apel Iași și apoi de deputat și prefect al Județului Iași.

Din anul 1877 până în anul 1889 a fost ales și reales senator de Vaslui. A fost membru al Societății „Junimea” din 1865. A fost președinte al Partidului Conservator și șef al Clubului Conservatorilor din Iași. A decedat la data de 21 septembrie 1903 și a fost înmormântat în Cimitirul „Eternitatea” din Iași.

Theodor Rosetti

Cel de al treilea frate al Elenei Rosetti s-a născut la data de 4 mai 1837 în orașul Iași. A făcut primele studii în casa părintească cu profesori germani. Studiile liceale le-a făcut la Lemberg în Polonia, continuându-le din anul 1855 la Viena, capitala Austriei. A început studiile universitare la Viena, studiind Economia politică și la Paris, capitala Franței, Dreptul, luându-și licența la Sorbona.

Înapoiat în țară în anul 1860 a fost numit judecător la Tribunalul din Iași. În capitala Moldovei a participat la înființarea Societății „Junimea” împreună cu Petre P. Carp, Titu Maiorescu, Vasile Pogor și Iacob Negruzzi. Și-a adus aportul la nașterea Revistei „Convorbiri Literare”, organul de presă a Societății « Junimea », pe care a condus-o personal timp de 28 de ani (1867-1895), promovând cultura românească.

A îndeplinit funcția de Prefect de Vaslui în 1864 și în același timp a fost profesor la Facultatea de Drept a Universității din Iași. În calitate de membru al Partidului Conservator a fost de mai multe ori președinte al Consiliului de miniștri, ministru de Finanțe și ministru al lucrărilor Publice. În perioada 19 noiembrie 1890-21 noiembrie 1895 a îndeplinit funcția de guvernator al Băncii Naționale a României. A înființat Banca Agricolă, cu sprijinul B.N.R. și a fost și Director al acestei bănci.

În primăvara anului 1876 a fost ales deputat de Dorohoi și a făcut parte din Adunarea Constituantă. Între anii 1866-1868 a fost președinte al

Consiliului județean Vaslui. În anii 1871-1875 a fost ambasador al României la Berlin. În anul 1876 a fost președinte al Curții de Casație. A făcut parte din colectivul de redacție al Ziarului Timpul, alături de Mihail Eminescu. A fost membru al Curții Permanente de Arbitraj de la Haga. În anul 1914 a fost ales președinte al Senatului din Parlamentul României.

Invitat de Regele Carol I, a participat la Consiliul de Coroană de la Sinaia, din 3 august 1914 împreună cu Petre P. Carp, pronunțându-se pentru neutralitate: „Să stăm deci liniștiți la o parte, să ne vedem de nevoile și de necazurile noastre și să ne căznm să păstrăm ceea ce cu atâta trudă am agonisit.” A construit primul local al Școlii primare din comuna natală Solești, în anul 1866. În prezent, Școala gimnazială din Solești îi poartă numele. A publicat cunoscutele lucrări: Despre Direcțiunea progresului nostru în anul 1874 și Mișcarea socială la noi, în anul 1885. A decedat la data de 17 iulie 1923, la vârsta de 86 de ani și a fost înhumat în București.

Zoe Rosetti

Zoe Rosetti, sora Elenei Rosetti-Cuza s-a născut în anul 1833. A fost căsătorită cu moșierul Iordache Lambrino din localitatea Banca, Județul Vaslui și au avut trei fii. A decedat în anul 1856, de educația celor trei fii ocupându-se împreună cu tatăl lor, Doamna Elena Cuza. Primul fiu Alexandru a făcut studii militare în Franța, a servit în Armata Română, avansând până la gradul de general de divizie, pensionat în anul 1914.

Referințe bibliografice

- [1] * * *, Mic Dicționar Enciclopedic, Editura Științifică și Enciclopedică, București. 1978, pag. 1674 și 1678.
- [2] * * *, Enciclopedia Concisă Britanică, Editura Litera, București, pag. 235, 333-334, 1970.
- [3] D. Berindei, Epoca Unirii, Editura Academiei R.S.R.. București, 1978.
- [4] C. Leu, Romanul nopții de februarie. Editura Militară, București, 1983.
- [5] * * *, Acta Moldaviae Meridionalis, Anuarul Muzeului județean de Istorie și Arheologie „Stefan cel Mare” Vaslui 1999-2000. Vol. 21.

- [6] C. C. Giurescu, *Viața și opera lui Cuza Vodă*. Editura Științifică, București, 1966.
- [7] C. Daicovici, *Enciclopedia Română*. vol.3, Tiparul lui Kraft, Sibiu, 1904.
- [8] L. Borș, *Doamna Elena Cuza*. Editura Pelendava, Craiova, 1992.
- [9] C. Chiper, G. –D. Burghelea, M. Isac-Cucu, V. Tărăță, *Monografia Comunei Solești*. Editura Thalia, Vaslui, pag. 207-233, 2002.
- [10] C. Rus, „Maria Rosetti”, *Formula AS*. 21-28 august 2025.
- [11] R. R. Florescu, *Elena Cuza – dincolo de legendă*. <https://historia.ro/sectiune/portret/elena-cuza-dincolo-de-legenda-581926.htm>.

ALEXANDRU IOAN CUZA ÎN CONȘTIINȚA ROMÂNILOR

Constantin CHIPER

Asociația Națională Cultul Eroilor "Regina Maria", Prahova

Abstract: *Alexandru Ioan Cuza ocupă un loc central în istoria și memoria colectivă a românilor, fiind considerat fondatorul statului național modern. Imaginea sa este definită de trei piloni principali: Simbolul Unității, Cuza fiind figura emblematică a Unirii Principatelor de la 24 ianuarie 1859. Alegerea sa dublă în Moldova și Țara Românească a pus bazele României de astăzi, transformându-l într-un simbol al voinței naționale de auto-determinare, apoi Reformatore Radical, domnia sa (1859-1866) a reprezentat o perioadă de modernizare accelerată, reformele sale fundamentale — secularizarea averilor mănăstirești, reforma agrară, cea electorală și introducerea codurilor juridice moderne — au sincronizat structura socială și administrativă a țării cu standardele europene și Simbol al Dreptății și Onestității în tradiția populară, Cuza a rămas întipărit prin legenda "Ocaua lui Cuza", fiind perceput ca un domnitor care a luptat împotriva corupției și a abuzurilor, apărându-i pe cei mulți și săraci. Această imagine idealizată îl prezintă ca un lider apropiat de popor, care umbla deghizat printre cetățeni pentru a verifica corectitudinea negustorilor. Chiar dacă a fost silit să abdice în 1866, sacrificiul său politic și bazele solide puse statului i-au asigurat un loc de onoare, fiind celebrat anual ca cel care a dat startul parcursului modern al României.*

Cuvinte cheie: *Evenimente istorice; Întregirea României; Domnia lui Cuza; Semnificații istorice; Cronologie*

Introducere

Anul acesta se împlinesc 206 ani, de la nașterea lui Alexandru-Ioan Cuza, la data de 20 martie 1820, într-o mahala a localității Bârlad. Părinții lui Alexandru Ioan Cuza, vornicul Ioan Cuza și Soltana Cozadini, de obârșie greco-italiană, i-au asigurat o copilărie fericită la moșia lor din localitatea Bărboși, județul Fălciu, care nu trebuie confundată cu localitatea Barboși din județul Galați. Alexandru Ioan Cuza și-a făcut studiile gimnaziale în orașul Iași, în cadrul pensionului lui Victor Quenin, desăvârșindu-și instruirea la Paris, unde a urmat liceul și apoi cursuri de medicină și de drept.

În perioada 1837-1840, Alexandru-Ioan Cuza a fost cadet în armată (aspirant în gradul de ofițer), în arma cavalerie. Apoi a lucrat în calitate de membru al Judecătoriei Covurlui, însă în octombrie 1846 și-a dat demisia, participând alături de tinerii revoluționari români la pregătirea revoluției burghezo-democrate din martie 1848, în Moldova. A fost arestat împreună cu tatăl său, Ioan Cuza, cu Costache Negri, Vasile Alecsandri, precum și cu alți nouă revoluționari socotiți periculoși de către domnul Mihail Sturdza. Toți au fost transportați în câteva căruțe, la Galați, și îmbarcați pe o corabie, pentru a fi trimiși la Constantinopol.

Intervenția hotărâtă a Elenei Rosetti-Cuza, fiica postelnicului (membru al sfatului domnesc) Iordache Rosetti-Solescu și a Ecaterinei (născută Sturdza, la Miclăușeni, pe Siret, aproape de Roman) cu care, Alexandru Ioan Cuza se căsătorise la data de 30 aprilie 1844, la conacul Rosetti din Solești, județul Vaslui, și a consulului englez, Cumingam, a reușit să devieze corabia spre Brăila, evitând portul Măcin și ajutându-i să scape în libertate. Alexandru Ioan Cuza și soția sa Elena s-au urcat pe un vas austriac și au ajuns în Transilvania. În luna mai 1848 au participat la adunarea revoluționarilor transilvăneni, bănățeni, munteni și moldoveni pe Câmpia Libertății din localitatea Blaj, numită și mica Romă. De aici au plecat la Cernăuți, unde s-au întâlnit cu Mihail Kogălniceanu, în casa lui Eudoxiu Hurmuzache și mai departe au plecat la Viena și Paris. După acest autoexil de un an la Paris și Constantinopol, Alexandru Ioan Cuza și soția sa Elena au revenit în Moldova, însoțindu-l pe noul domn al Moldovei,

Grigore Alexandru Ghica (1849-1856), adept al Unirii Principatelor Române.

În timpul domniei lui Grigore Alexandru Ghica, Alexandru-Ioan Cuza a fost numit Președinte al Judecătoriei Covurlui, lucrând în Galați până în anul 1851, apoi Director al Ministerului de Interne, la Iași, până în 1853 și agă (șef al poliției), în anii 1853-1856, în Iași.

La data de 6 iunie 1855, Grigore Ghica i-a acordat titlul de vornic (reprezentant al domniei) cu drepturi depline în administrarea orașului Galați și de la data de 7 iulie 1856, pârcălab (administrator) al portului și orașului Galați.

În timpul caimacamului Nicolae Vogoride (1857), Aleandru-Ioan Cuza a fost încadrat în armată, acordându-i-se, succesiv, gradele de sublocotenent (6/12 martie 1857), locotenent (24 aprilie / 6 mai 1857), căpitan (28 aprilie / 10 mai 1857) și maior (3/15 mai 1857), pentru a-l atrage împotriva Unirii Principatelor Unite. Ecaterina Conachi, pe care cei apropiați o numeau Cocuța s-a născut în anul 1828, a fost fiica logofătului moldovean Costache Conachi și a Smarandei Negri (soră vitregă cu Costache Negri), s-a căsătorit la moșia părinților de la Țigănești/Tecuci în 1846 cu Nicolae Vogoride, care a devenit caimacamul Moldovei. Cocuța Vogoride a descoperit în seiful soțului scrisori compromițătoare, venite de la fratele lui Nicolae, de la Înalta Poartă și de la ambasadorul Turciei la Londra, prin care Nicolae Vogoride era sfătuit să-i obstrucționeze pe unioniști și în următoarele scrisori era felicitat pentru „performanțele” obținute. Dovedind actele de trădare, Cocuța nu a ezitat nici o clipă. Nu era interesată de demnitatea de primă doamnă a Moldovei, care o aștepta. Chemarea țării a fost mai puternică. Prin Costache Negri și Dimitrie Rallet, scrisorile au ajuns la ambasadorul Franței la București și apoi la Petre Ispirescu, care o trimite spre publicare în revista „Steaua Dunării” de la Bruxelles. Alexandru-Ioan Cuza și-a dat demisia din armată, la data de 6/18 iulie 1857, protestând împotriva acestui act antiunionist.

Descoperirea actului trădător a iscat scandaluri atât printre români, cât mai ales la nivel european. Marile puteri au rupt relațiile cu Imperiul Otoman, solicitând întâlniri cu împăratul Franței, Napoleon al III-lea și cu regina Marii Britanii, Victoria, iar falsele alegeri au fost anulate. După repetarea alegerilor, în septembrie 1857, Alecsandru-Ioan Cuza a

fost rechemat în armată, avansat colonel și numit în înalta funcție de loctiitor al hatmanului miliției. Ales deputat de Galați și membru al Divanului ad-hoc din capitala Moldovei – Iași, Alexandru-Ioan Cuza și-a adus contribuția la pregătirea alegerilor din ziua de 5/17 ianuarie 1859 în Principatul Moldova, deși el nu a dorit să fie ales domnitor.

Alegerile din Principatele Moldova și Țara Românească

Cu mare entuziasm și deosebite eforturi, forțele unioniste din Moldova și Țara Românească l-au ales pe Alexandru-Ioan Cuza Domnitor, atât în Moldova la data de 5/17 ianuarie 1859, cât și în Țara Românească, la 24 ianuarie/5 februarie 1859. Această dublă alegere a avut un extraordinar ecou pe toată întinderea pământului românesc, de o parte și de alta a munților Carpați. Ajutat de serviciul de informații și prieteni, Alexandru Ioan Cuza a reușit să învingă atât în Iași, cât și în București comploturile care i-au fost pregătite. După alegerea din Iași, principesa Elena Cuza l-a încurajat spunându-i: „Ești bun Măria Ta! Ești înțelept și-ți iubești mult neamul. Cu aceste însușiri poți stăpâni fără teamă și o împărăție. Fii vrednic de încrederea celor ce ți-au dat-o”.

Pentru alegerea lui Alexandru Ioan Cuza în București, reprezentantul partidei naționale Ion C. Brătianu a atras de partea sa pe colonelul Barbu Vlădoianu, avansat ulterior în gradul de general și pe colonelul Mavrocordat pentru a întreprinde măsurile necesare, în scopul asigurării liniștei în capitală pe timpul alegerilor, recurgându-se și la vărsări de sânge dacă ar fi fost necesare. Ulterior Ion C. Brătianu, Constantin A. Rosetti, Ion Ghica ș.a. au devenit adversarii înverșunați ai domnitorului Alexandru Ioan Cuza. Iată un pasaj din discursul lui Ion C. Brătianu din 3 februarie 1869, în sala Slătineanu: „Acei care se laudă astăzi că, ei au făcut pe 24 ianuarie 1859 Unirea Țării Românești cu Moldova, se certau care să ia domnia, pe când generalul Barbu Vlădoianu și cu mine o hotăram”. Surse primare: Alba 24. ro, Lyceum Argeșean, Istorie pe scurt.

În luna februarie 1859, Domnul Alexandru Ioan Cuza s-a deplasat cu trăsura la București, fiind ovaționat de administrațiile reședințelor de județe: Vaslui, Bîrlad, Tecuci, Focșani, Râmnicu Sărat, Buzău și Ploiești, fiind cazat într-un hotel din Piața de păsări (astăzi Piața Al. I.Cuza).

Ploieștenii au dat numele domnitorului Cuza unei străzi, în centrul orașului și i-au construit busturi în curtea Colegiului Național, care-i poartă numele, în fața primăriei Ploiești, în curtea muzeului de Istorie și Arheologie. Deasemenea, ing. Mircea Cosma, președintele Fundației Cultural-Istoric „Mihai Viteazul” a construit un bust la Florești Prahova și un monument de for public pentru Alexandru Ioan Cuza în curtea primăriei comunale Gorgota, județul Prahova.

Administrația și populația orașului București i-au făcut o deosebită primire domnitorului Alexandru-Ioan Cuza, iar dânsul i-a răsplătit acceptând, împreună cu celelalte personalități din Moldova, stabilirea capitalei statului Principatele Române Unite în orașul București.

La data de 20 noiembrie 1861 Imperiul Otoman și puterile europene au căzut de acord că unirea Moldovei cu Țara Românească, fiind deja un fapt împlinit, trebuia acceptată. Pentru aceasta, Imperiul Otoman, sub a cărui suzeranitate încă se aflau a eliberat Firmanul de organizare administrativă a Moldovei și Țării Românești. Unirea era acum deplină. La 11 Decembrie 1861, domnitorul Alexandru Ioan Cuza a dat citire Proclamației de la Iași. A fost cea mai scurtă și mai penetrantă cuvântare din întreaga sa domnie. Și una dintre cele mai frumoase din istoria noastră.: „Români! Unirea este îndeplinită. Naționalitatea Română este întemeiată. Acest fapt măreț, dorit de generațiile trecute, aclamat de Corpurile Legiuitoare, chemat cu căldură de noi, s-a recunoscut de Înalta Poartă, de Puterile garante și s-a înscris în datinile Națiunilor. Dumnezeuul părinților noștri a fost cu țara, a fost cu noi. El a întărit silințele noastre prin înțelepciunea poporului și a condus Națiunea către un falnic viitor. În zilele de 5 și 24 Ianuarie ați depus toată a voastră încredere în Alesul nației, ați întrunit speranțele voastre într-un singur Domn. Alesul vostru vă dă astăzi o singură Românie. Vă iubiți Patria și veți ști a o întări. Să trăiască România!”

Până la 11/23 februarie 1866, când dreapta și stânga din interior (albii-conservatorii reacționari, retrogazi pe față și roșii-liberalii progresiști, retrogazi mascați) și potrivnicii din exterior, l-au obligat pe Alexandru Ioan Cuza să abdice.

Domnitorul Alexandru-Ioan Cuza, susținut de prietenii lui, Vasile Alecsandri, Costache Negri, Mihail Kogălniceanu ș.a. a organizat

înfăptuirea unor reforme progresiste în domeniile: politic, economic, învățământ, cultură, legislație, administrație, agrar și militar. În timpul domniei sale s-au adoptat măsuri pentru unificarea administrativă și organizarea instituțiilor moderne ale statului, inclusiv cea dintâi împărțire administrativă a teritoriului României, în județe, plăși și comune. A fost modificat sistemul de măsuri și greutăți, acesta fiind înlocuit cu sistemul european, în vigoare și astăzi. Au fost adoptate Codul Penal și Codul Civil modern (napoleonian) precum și alte acte legislative, în spirit european, potrivit cărora se impunea egalitatea cetățenilor în fața legii și a impozitelor. Au fost organizate comerțul, meseriile, industria și transporturile.

În timpul domniei sale a fost promulgată legea pentru organizarea Instrucțiunii publice, prin care învățământul primar de 4 clase devenea obligatoriu, general și gratuit și au fost așezate pe baze temeinice învățământul secundar și superior, acesta din urmă fiind beneficiar al înființării universităților din Iași (1860) și din București (1864). S-a generalizat folosirea alfabetului latin în administrație și învățământ.

Ajutat de sftnici apropiați, în frunte cu Mihail Kogălniceanu, Alexandru-Ioan Cuza a desființat claca și a împrorietărit țaranii, rămânând permanent în conștiința lor, a adoptat legea electorală și a înfăptuit secularizarea averilor tuturor mănăstirilor, toate acestea fiind acțiuni energice și curajoase, care au contribuit la progresul general al țării și racordarea României la cerințele civilizației europene. Chiar dacă s-au eludat unele prevederi ale Convenției de la Paris, din 7/19 august 1858, care a funcționat drept Constituție a țării, la data de 2/14 mai 1864 a fost dizolvată Adunarea Deputaților și s-au adoptat, prin Decret, Legea electorală și Legea rurală (comune, plăși, județe).

Activitatea autoritară a Domnului Alexandru-Ioan Cuza a fost impusă de nevoia accelerării înfăptuirii reformelor și a luptei împotriva conservatorilor și a unor proprietari, care se opuneau reformelor progresiste, necesare dezvoltării României.

Domnitorul Alexandru Ioan-Cuza a acordat o deosebită atenție Armatei Române, punând în practică multe din prevederile programelor stabilite de pașoptiști în anul 1848. Cu sprijinul miniștrilor de război: Constantin Milicescu (în Moldova), Ion Emanoil Florescu (în Țara

Românească) și a generalului Savel Manu, Armata Română a fost organizată pe baze moderne, adoptându-se următoarele măsuri progresiste:

- dislocarea, în luna martie 1859, a unor unități de infanterie și cavalerie din Iași, la București, și mutarea altora din București la Iași, pentru omogenizarea armatei;

- organizarea Taberei Militare de la Florești, Județul Prahova, care și-a desfășurat activitatea în perioada aprilie-septembrie 1859, aici instruindu-se 12.000 de ostași din Moldova și Țara Românească (din armele infanterie, cavalerie, artilerie, grăniceri și dorobanți), realizându-se apropierea sufletească și înțelegerea originii comune a participanților;

- înmânarea, la data de 1/13 septembrie 1863, în cadru solemn, pe Câmpia de la Cotroceni, a noilor steaguri (drapele de luptă), cu culorile roșu, galben și albastru, pe care erau scrise cu fir auriu cuvintele HONOR ET PATRIA (ONOARE ȘI PATRIE), precum și numărul și numele unității militare. Cu acest prilej, domnitorul a ținut o emoționantă cuvântare: *„Ofițeri, subofițeri, caporali și soldați, astăzi va fi una din cele mai însemnate în datinile noastre. Primind steagurile cele noi, aduceți-vă pururea aminte că vă încredințez onoarea Țării. Steagul e România! Acest pământ binecuvântat al Patriei, stropit cu sângele străbunilor noștri și îmbelșugat cu sudoarea muncitorului. El este familia, ogorul fiecăruia, casa în care s-au născut părinții și copiii voștri! Steagul este încă simbolul devotamentului, credinții, ordinii și a disciplinei ce reprezintă oastea. Steagul e totodată trecutul, prezentul și viitorul Țării, întreaga istorie a României. Într-un cuvânt, steagul reprezintă toate victoriile și virtuțile militare, care se cuprind în acele două cuvinte săpate pe vulturii români: ONOARE ȘI PATRIE! Ofițeri, subofițeri, caporali și soldați, jurați să păstrați cu onoare și fără pată steagurile voastre și astfel veți corespunde încrederii și așteptării ce am pus, cu Țara întregă, în voi. Jurați a le apăra în orice întâmplare ca un sfânt depozit ce încredințez bravurei și patriotismului vostru”;*

- introducerea uniformei militare comune și a echipamentului unic pentru ofițeri și trupă;

- extinderea aplicării Codicei Penale și a Regulamentului Militar moldovean, Serviciul Interior în întreaga armată;

- unificarea instrucției la toate armele din compunerea armatei;

- înființarea Statului Major General (12/24 noiembrie 1859), menit să coordoneze întreaga activitate din armată;
- unificarea Ministerului de Război din Moldova cu cel din Muntenia (Țara Românească), în 1860, numindu-l în fruntea noului organism de conducere a armatei române pe colonelul Ion Emanoil Florescu, avansat la gradul de general, în luna mai 1860;
- perfecționarea infanteriei, cavaleriei, artileriei și grănicerilor;
- crearea unui corp specializat de administrație și intendență (august 1860);
- crearea unui corp specializat de geniști militari (octombrie 1860);
- unirea întregii flotele de Dunăre într-un corp unic de marină (octombrie 1860);
- organizarea Serviciului Sanitar sub conducerea dr. Carol Davilla (era de origine franceză);
- centralizarea școlilor militare, mai întâi la Iași, apoi mutarea lor în București, și unificarea programelor de învățământ ale acestora;
- înființarea școlii militare regimentare și a școlii militare de gimnastică;
- înființarea de noi unități militare și reorganizarea pe principii moderne a celor existente;
- construirea de noi cazărmi pentru cazarea trupelor (în Ploiești a fost construită, în anul 1863, cazarma de pe strada Torcători, pentru cartiruirea Batalionului 1 din Regimentul 7 Linie- Infanterie București-Ploiești, și cantonarea unui escadron de cavalerie într-o cazarmă situată pe strada Rudului din orașul Ploiești);
- dotarea armatei cu mijloace moderne de luptă, provenind atât din import (Franța, Italia și Belgia), cât și din țară, pentru aceasta fiind înființate noi unități manufacturiere de fabricație și reparație a armamentului: Pirotehnia de la București, Pulberăriile de la Lăculețe (Dâmbovița) și Târgșor (Ploiești), Arsenalul Armatei din Dealul Spirii (1863), Fonteria de la Târgoviște, pentru construirea țevelor de tun;
- creșterea numărului personalului militar al armatei permanente, în 1865 aceasta ridicându-se la 19.365 de ostași, iar cel al trupelor teritoriale fiind de 24.548 de oameni, așa cum îi comunica Împăratului Napoleon al III-lea, sfetnicul său.

Politica externă

Domnitorul Alexandru Ioan Cuza a urmărit, încă de la începutul domniei, întărirea alianței cu Serbia, apreciind-o de folos într-o luptă comună pentru eliminarea jugului turcesc. În 1862, printr-o înțelegere secretă, domnul Cuza a aprobat și ajutat să treacă prin țară, din Rusia spre Serbia, un transport de arme. Convoiul de cinci sute de căruțe a atras atenția și a alarmat marile puteri – Austria și Anglia, a căror consuli s-au prezentat la Domnitorul Cuza, cerându-i să oprească convoiul de căruțe, însă domnitorul și-a păstrat calmul și le-a spus că vor primi răspunsul de la ambasadorii lor la Constantinopol. Până la sfârșitul anului 1862, armele au fost trecute peste Dunăre în Serbia, relațiile dintre cele două țări intrând într-o nouă fază de bună colaborare.

Alexandru Ioan Cuza a aprobat înființarea reciprocă de agenții diplomatice în București și la Belgrad. Tânărul stat român avea astfel cea de-a treia agenție diplomatică, după cele de la Constantinopol și Paris. Austria acuza Statul român că dorește să încheie cu Serbia o Confederație dunăreană împotriva Turciei. Intrigile n-au reușit să-l oprească pe Cuza de a conduce cu demnitate tânărul Stat român, el bucurându-se de simpatie din partea țărilor asuprite de Turcia.

Domnitorul Alexandru Ioan Cuza a manifestat permanent simpatie față de refugiații polonezi, care își aveau în România un centru important. Cuza a stabilit legături cu revoluționarii polonezi, cu ajutorul medicului personal Gluck. Le-a permis să traverseze teritoriul țării, venind din Turcia, fără a produce incidente neplăcute. Revoluționarii au fost ajutați cu cele necesare traiului zilnic.

Complotul

În pofida acestor realizări deosebite, la sfârșitul anului 1865 forțe ostile din interior și exterior i-au pregătit abdicarea Domnitorului Alexandru-Ioan Cuza. Opoziția a scos împotriva lui Cuza un ziar clandestin, numit simbolic *Clopotul*. Conspiratorii se întâlneau în Pasajul Român, care se afla aproape de palatul domnesc. Aproape în fiecare noapte

au fost împrăștiate prin curți și pe străzi pamflete defăimătoare la adresa Domnului Cuza. Chiar și apropiații domnitorului, care au fost încărcăți de favoruri considerau că totul e sfârșit. Crezând în devotamentul armatei, Domnitorul Cuza se socotea apărat. Deși prefectul poliției colonelul Alexandru Beldiman își exprima teama de a nu fi ucis, Cuza zâmbea și-i răspundea: „Românul nu este asasin”. Domnitorul Cuza a fost avertizat de prietenul său, scriitorul Dimitrie Bolintineanu, însă căzuse într-o stare de apatie și nu lua nici o măsură.

Plănuită pentru ziua de Anul nou, lovitura a fost amânată pentru ziua de 24 ianuarie 1866. În ziua aniversării Unirii Principatelor Unite se organizase un spectacol la Teatrul Național București. Consulul rus i-a prevenit pe miniștri că, se pusese la cale un atentat. Domnul Cuza nu i-a luat în seamă. A participat la festivitate, apoi la bal până la ora două noaptea. Consulul italian i-a șoptit ministrului de externe că, România stă pe un vulcan, însă Cuza a rămas nepăsător.

În februarie 1866 se împliniseră șapte ani de când Domnitorul Alexandru Ioan Cuza a intrat triumfal în București. Pentru aniversarea evenimentului a dat un bal la Curtea Domnească, care a fost ultimul, fiindcă peste două zile a fost arestat. Complotiștii au atras de partea lor căpetenii ale armatei, în frunte cu colonelul (ulterior generalul) Nicolae Haralambie și pe Maria Obrenovici dornică să ajungă prima doamnă a României. Aceasta era fiica boierului Costin Catargiu din Vrancea, fostă soție a principelui Obrenovici al Serbiei (decedat prea tânăr). Ea era mai frumoasă și cu zece ani mai tânără decât principesa Elena Rosetti-Solescu și a intrat în sufletul lui Cuza, care dorea copii, pe care Elena nu a putut să-i nască.

În seara fatidică s-a strecurat printre soldații de pază la palat, un tinerel, băiat de prăvălie trimis de scriitorul Cezar Bolliac, care a insistat să vorbească cu Vodă. Cuza tocmai cobora la masă și l-a primit pe tânăr, care i-a comunicat că peste noapte va izbucni revoluția. După obiceiul locului, Cuza a dorit să-l recompenseze cu o liră, însă tânărul a refuzat cu demnitate, spunându-i: „N-am venit să cer pomană. Am venit să vă anunț că, la miezul nopții patru mii de oameni vor suna clopotele la toate bisericile, se vor arunca asupra cazărmii Malmaison, vor lua puști și vor veni la palat pentru a sili pe Măria-ta să abdice”.

Domnitorul Alexandru Ioan Cuza I-a certat pe colonelul Beldiman, prefectul poliției și acesta împreună cu personalul din subordinea sa au cercetat mahalalele, însă conspiratorii se găseau în centrul capitalei – București. Prefectul I-a asigurat pe domn că zvonurile nu se confirmă, iar Cuza considera că complotiștii și-au ales rău momentul, întrucât în acea noapte palatul era păzit de Batalionul de vânători de câmp creat de el. La plecare, prefectul poliției Beldiman a fost însoțit de căpitanul Mălinescu, unul dintre conspiratori, comandantul gărzii din acea noapte.

La data de 11/23 februarie 1866, după miezul nopții (spre ora patru), complotiștii în frunte cu generalul Nicolae Haralambie, comandantul unui regiment de artilerie, maiorul Dimitrie Lecca, comandantul Batalionului de pază al palatului domnesc, căpitanul Alexandru Mălinescu, comandant al gărzii Palatului în acea noapte, care ulterior având remușcări s-a sinucis, căpitanul Grigore Handoca, ofițer de rond pe garnizoană, în acea noapte, căpitanul Alexandru Candiano-Popescu, căpitanul C. Pilat, căpitanul Alexandru Lipoianu, căpitanul Anton Berindei, căpitanul Anton Costescu, sergentul-major Ion Nădejde, sergentul Gheorghe Mironescu și alți militari au intrat în Palatul Domnesc.

Domnitorul Alexandru Ioan Cuza a iscălit actul de abdicare, pe spatele unui conspirator, fiindcă nu avea masă în dormitor, fără să opună rezistență. A fost obligat să se echipeze în civil, întrucât uniforma ar fi atras atenția. Santinelele au fost întoarse cu spatele pentru a nu-i vedea fața, când părăsea palatul. Un soldat aflat în postul de santinelă situat la ușa dormitorului, n-a mai fost schimbat din post, până în zori: „L-am plâns permanent și regretat toată viața, fiindcă se dusese bietul Cuza, el care ne-a dat pământ și ne-a făcut atâta bine”.

În cursul aceleiași nopți, Alexandru Ioan Cuza a fost transportat în casa lui Costache Ciocârlan (aproape de Spitalul Colțea), om de încredere a lui Constantin A. Rosetti, cu trăsură la Ion Ghica. După o zi l-au adus la Palatul domnesc, unde se afla mai în „siguranță”. Politicienii liberali radicali Constantin A. Rosetti și Ion Ghica se aflau în Piața Teatrului, urmărind cu atenție desfășurarea planului. Ziaristul Valentineanu își exprima regretul că, nici o forță politică n-a făcut apel la mulțime pentru a-l readuce pe tron. Oamenii de la 1848 s-au coalizat cu reacționarii clasici. Monstruoasa coaliție își sărbătorea victoria.

Fostul Domnitor, Alexandru Ioan Cuza a fost forțat să părăsească Bucureștiul, însoțit pe Șoseaua Kiselef de miniștrii de interne și justiție, de colonelul Cornescu, căpitanul Costescu, și comisarul civil Anton Arion, îndreptându-se spre Ploiești, unde a fost salutat de prefectul Văcărescu, Predeal, Brașov și mai departe, spre Viena.

Criticând acest act odios, marele poet Mihai Eminescu scria: *„Vor trece anii și nu va exista român căruia să nu-i crape obrazul de rușine, de câte ori va răsfoi istoria neamului său la pagina 11 februarie și stigmatizarea acelei negre felonii va răsări pururi în memoria generațiilor, precum în orice an răsare iarba lângă mormântul vândutului Domn (...). Căci 11 februarie este un act de lașitate și ceea ce istoria nici unui popor din lume n-a scuzat vreodată e lașitatea”*.

După abdicarea lui Alexandru Ioan Cuza, monstuoasa coaliție a constituit locotenența domnească formată din liberalul Nicolae Golescu, conservatorul Lascăr Catargiu, colonelul Nicolae Haralambie. A fost constituit și guvernul format din următorii politicieni: Ion Ghica, șef al guvernului și ministru de externe, Dimitrie A. Sturdza (vărul principesei Elena Cuza, fostul secretar și mare dușman al lui Cuza, care a pus mâna pe arhiva sa), Dimitrie Ghica, maiorul Dimitrie Lecca, ministru de război, Ion Cantacuzino, Constantin A. Rosetti ș.a. Nu mai puțin de șase dintre membrii noii cârmuiri năzuiseră în 1859 să fie ei înșiși domni în cele două țări.

Domnitorul și din 1881 Regele Carol I i-a recompensat pe trădători, astfel: Nicolae Haralambie participant la Războiul de Independență 1877-1878 a fost avansat în gradul de general, Dimitrie Lecca a fost avansat în gradul de general și numit aghiotant regal, Alexandru Candiano-Popescu s-a deplasat la reședința lui Alexandru Ioan Cuza din orașul Florența/Italia, dorind să-și ceară iertare, însă n-a fost primit. Acesta în Războiul de Independență acomandat (cu gradul de maior), Batalionul 2 Vânători de câmp Ploiești (mutat după război în București). A fost ulterior avansat în gradul de general și a îndeplinit funcția de aghiotant regal. Generalul Grigore Handoca născut în Vaslui a fost numit prefect al județului Putna. La data de 18 octombrie 1881, Regele Carol I și Regina Elisabeta au vizitat localitatea Focșani, cu prilejul inaugurării Căii Ferate: Mărășești-Focșani-Râmnicu Sărat-Buzău. În ziarul

„Adevărul” din 22 Octombrie 1881 s-a publicat un articol de mulțumire semnat de prefectul județului Putna și primarul localității Focșani, pentru investiția făcută.

In pribegie

În momentul plecării de la Palatul Domnesc, spre șoseaua Kiselef și Băneasa, Cuza a fost însoțit de membrii locotenenței domnești și ai guvernului, cărora le-a declarat: „Să dea Dumnezeu să-i meargă țării mai bine fără mine, decât cu mine și ridicându-se în picioare, a strigat - Să trăiască România". Fostul domn așa cum am mai arătat s-a deplasat spre Ploiești unde a fost salutată de prefectul Văcărescu, Cămpina, Sinaia, Predeal (granița cu Austria), unde a îmbrățișat santinela română aflată pe graniță și s-a adresat încă odată celor prezenți: „Să dea Dumnezeu să-i meargă țării mai bine fără mine, decât cu mine. Să trăiască România!”.

Însoțită de fratele său Constantin Catargiu, fost aghiotant domnesc, Maria Obrenovici a plecat pe urmele lui Cuza, ajungându-l la graniță. De aici s-au deplasat la Brașov, fiind găzduiți cu toții în același hotel din oraș. Poliția locală le-a anunțat sosirea la Viena. Prințesa Maria Obrenovici a fost luată drept soția Domnitorului detronat.

După câteva zile, așa cum fusese înțelegerea, Elena Cuza și copii Alexandru și Dimitrie au sosit și ei la Brașov, unde însă nu au mai aflat pe nimeni. Cuza plecase mai departe. Elena l-a chemat pe fratele ei Costache Rosetti în ajutor, care a telegrafiat la mama Ecaterina la Solești și a însoțit-o pe sora lui la Viena. La Viena, soția Elena l-a iertat din nou pe Alexandru Ioan Cuza, trecându-i cu vederea rătăcirile omenești.

Împărtășindu-i exilul la Viena, Florența, Paris, Heidelberg, ea se va ocupa cu grijă de educația copiilor adoptați de familia Cuza. În capitala Austriei, Cuza s-a întâlnit cu ambasadorul Franței, ducele de Grammont și a refuzat ajutorul propus de împăratul Napoleon al III-lea de a fi reîntronat. Tot aici s-a întâlnit cu o delegație din țară, care-l îndemna să revină în România, însă a refuzat categoric ajutorul ce doreau să-l dea confrății săi. În primăvara anului 1866 s-a organizat un plebiscit în țară pentru readucerea lui Cuza la domnia țării, însă prefectii de poliție, trecuți în tabăra trădătorilor au obligat pe votanți să-l voteze pe Carol. Istoricul Radu

Rosetti și Ion Eliade Rădulescu au declarat că cifrele plebiscitului au fost modificate de autorități.

La data de 3 aprilie 1866 a avut loc la Iași o demonstrație separatistă, soldată cu morți și răniți. Se știa că încuviințarea Unirii din 1859, fusese condiționată de domnia lui Cuza. Răsturnarea lui Cuza a dat prilejul unor boieri, negustori și călugări (aceștia nemulțumiți de secularizarea averilor mănăstirești) să-și arate încă odată lipsa de demnitate, adresând o petiție către Poarta Otomană. Aceștia cereau desfacerea Unirii, pentru-că a fost alungat Cuza. Ei cereau un guvern deosebit pentru Moldova și un domnitor propriu, revenindu-se la situația dinaintea anului 1859. În fruntea separatiștilor s-a aflat ambițiosul moșier Nicolae Rosetti-Roznovanu (Nord Iași) și mitropolitul Moldovei, Calinic Miculescu. Nicolae Rosetti-Roznovanu urma să fie proclamat domnitor al Moldovei. Ei criticau pe muntenii care l-au detronat pe moldoveanul Alecsandru Ioan Cuza.

În fruntea oponenților desființării Unirii Principatelor Române s-a aflat Iacob Negruzzi, fiul lui Costache Negruzzi, care a fost fondator și secretar al Societății « Junimea ». El a luat tabloul lui Cuza din interiorul Tribunalului Iași și l-a îngropat în Biserica Sfântul Nicolae din Iași cu mare alai și pompă. Apoi a pătruns în casa lui Nicolae Roznovanu și a luat actele Comitetului separatist pe care le-a rupt în bucăți în curte. Colonelul Cornescu, comandantul garnizoanei militare Iași a fost presat de conservatorul Petre Carp să ia măsuri de reprimarea populației, care a înconjurat palatul administrativ, însă acesta a tărgnat executarea acelei dispoziții și nu a tras în mulțime.

Alexandru și Elena Cuza aflați la Băi la Ems au trimis colonelului Pisoschi o scrisoare pentru soția lui Carol Davila, mulțumindu-i pentru ajutorul pe care l-a dat familiei foste domnitoare, în luna februarie 1866 și un inel pe care să-l poarte Pisoschi în amintirea lui Cuza. Au mai trimis o scrisoare lui Vasile Alecsandri, prietenul lor, care decepționat de viața politică s-a retras la moșia sa de la Mircești, Județul Roman. Aflând că nu se poate întoarce în țară ca simplu cetățean, Alecsandru Ioan Cuza a condus-o pe soția sa cu copiii, până la granița Moldovei, el mai rămânând câteva zile la Lemberg, unde Ion C. Brătianu a trimis pe prefectul de

Suceava, rudă a lui Alexandru Ioan Cuza să-i anunțe refuzul guvernului de a reveni pe teritoriul României.

Supărat de atitudinea guvernului, Cuza a scris o scrisoare lui Carol I, rugându-l să-i aprobe revenirea la proprietatea de la Ruginoasa, Jud. Iași, ca simplu cetățean, pentru a asigura condițiile materiale pentru copii. Domnitorul Carol I i-a refuzat cererea, pentru-că știa că poporul îl iubea pe Cuza. Nemulțumit de intrigile anumitei prese din Paris, în septembrie 1867, după ce Elena și copiii s-au înapoiat de la Ruginoasa, Cuza s-a mutat cu întreaga familie lângă Viena, la Dubling, unde și-a cumpărat o vilă cu parc. De aici mergea mai ușor la Baden, la Biarritz, pentru a-și îngriji sănătatea.

În anul 1868, diplomatul Gramont îi propunea lui Cuza să revină pe tronul României, Franța acuzându-l pe Carol I că se implica în aducerea pe tronul Spaniei a unui prinț Hohenzollern, încercuind statul francez. La discuții a participat și fostul secretar al lui Cuza francezul-belgianul Baligot. În curând avea să înceapă războiul Franței cu Prusia. În această situație, Franța urmărea înlocuirea lui Carol I cu Alecsandru Ioan Cuza. Fostul domn a răspuns clar și sincer: „Nu mă interesează răzbunarea pe Carol I, pe marii moșieri și pe liberali. Numai în situația când România ar fi amenințată de o mare primejdie și s-ar impune prezența mea...în ziua aceea ași accepta, oricât ar putea să mă coste”. Familia Cuza a fost nevoită să arendeze moșia de la Ruginoasa lui Docan, vărul lui Alexandru. Acesta decedă și soția sa Smărăndița era și mai delăsătoare în trimiterea sumelor de bani, care-i erau foarte necesare familiei lui Cuza, aflată printre străini.

Infiltrarea capitalului străin în economia României, îndeosebi în construcția Căilor ferate și în extracția și prelucrarea țiteiului, exportul de capital, precum și alte domenii au creat probleme foarte grave de ordin economico-social ș.a. în România.

La această situație s-a adăugat alegerea lui Alecsandru Ioan Cuza, în ianuarie 1870, în calitate de deputat de Mehedinți, în colegiul al 4-lea, adică al țăranilor, pe un loc rămas vacant. Mandatul a fost validat de Camera deputaților. Președintele Camerei i-a trimis o telegramă lui Cuza la Viena, invitându-l să-și ia locul în Adunare, alături de ceilalți deputați. Fostul Domnitor a refuzat mandatul, cu atât mai mult că, Carol I chipurile accepta înapoierea în țară a lui Cuza, prevalându-se de loialitatea și

patriotismul său. Carol uitase că în anul 1867 s-a împotrivit cererii lui Cuza, de a veni la moșia de la Ruginoasa, hotărât să ducă o viață liniștită pentru creșterea copiilor.

Cu tot tratamentul făcut în Franța și Austria starea sănătății lui Cuza s-a înrăutățit, medicii sfătuindu-l să meargă în Italia la Florența. Familia Cuza a vândut casa de lângă Viena și a plecat la Florența, unde a cumpărat o mică vilă, care multă vreme i-a purtat numele. Și aici au fost primiți oaspeți din România care-i propuneau să candideze în calitate de Domnitor al țării. De fiecare dată a răspuns cu demnitate că este târziu, starea sănătății împiedecându-l să mai rezolve grelele probleme cu care se confrunta patria sa.

De reținut că Maria Obrenovici a însoțit peste tot familia Cuza și s-a cazat, de fiecare dată, la un hotel apropiat de vila familiei Cuza. Principesa Elena era înțelegătoare cu ea, acceptând să-și vadă copii când dorea, deși frații ei îi cereau să divorțeze de Alexandru. Maria Obrenovici a murit de o boală cronică la stomac, la trei ani după Al. I. Cuza și a fost adusă și înhumată la Spitalul Sfântul Spiridon din Iași.

În anul 1873, familia Cuza s-a mutat la Heidelberg pentru a crea condiții bune de studiu copiilor. Trecând munții Alpi, fostul domnitor a răcit pe drum, ajungând la destinație bolnav. Medicii au crezut că este o răceală obișnuită, însă a fost o boală de inimă.

Alexandru-Ioan Cuza s-a stins din viață la data de 15/27 mai 1873, ora 1:30, sub privirile neputincioase ale soției sale și ale medicilor, la Hotelul „Europa”, din Heidelberg (Germania), care-l găzduise până în ultima clipă a vieții. Pe certificatul de deces, principesa Elena Cuza a tăiat locul nașterii București, scriind, corect, Bîrlad. După obținerea pașaportului de către agentul diplomatic al României la Berlin, Theodor Rosetti (fratele Elenei Cuza), la data de 24 mai rămășițele pământești ale fostului domn au fost transportate în țară, cu trenul mortuar și au ajuns la Ruginoasa, județul Iași, la data de 27 mai 1873.

Alexandru-Ioan Cuza a fost înmormântat, la 29 mai 1873, în incinta bisericii din curtea conacului familiei de la Ruginoasa, care fusese cumpărat de la Mihail Sturza, vărul principesei Elena Rosetti-Cuza. La slujba religioasă au participat mii de țărani, precum și prietenii devotați, din rândul cărora nu au lipsit: Vasile Alecsandri, Costache Negri, Mihail

Kogălniceanu, Petre Grădișteanu, Petru Poni. În cuvântul omagial rostit la mormântul lui Cuza, Mihail Kogălniceanu spunea: „*Nu greșalele lui l-au răsturnat, ci faptele cele mari*”. În ianuarie 1944 osemintele domnului Cuza au fost depuse la Biserica „Trei Ierarhi” din Iași, alături de osemintele fostului domnitor al Moldovei, Dimitrie Cantemir (martie-aprilie 1693 și 1710-1711).

Doliul țării

Adormirea lui Cuza a însemnat un doliu național. Odată cu el, țărănimea îngropa și speranța că fostul domnitor ar putea reveni pentru a-i face dreptate. Guvernul a dorit mai puțină vâlvă în jurul înmormântării. S-au dat ordine primarilor să nu se tragă clopotele prin satele pe unde avea să treacă trenul mortuar și s-au luat măsuri pentru împiedecarea participării țărănilor la marea adunare de doliu. În dimineața de 27 mai 1873, trenul mortuar a sosit în gara Ițcani, apoi Burdujeni, Verești/Suceava și în după amiaza aceleiași zile la Ruginoasa.

La Dorohoi câțiva cetățeni de frunte au fost închiși mai multe ore, pentru a nu conduce grupele de țărani, care se constituiseră în comune, urmând a se deplasa la Ruginoasa. Simion Stanciu fost deputat în Adunarea ad-hoc, a însoțit sicriul de la Verești până la Ruginoasa, strigând la țărani adunați prin gări, să vină la Ruginoasa, pentru a-și lua rămas bun de la fostul lor domn.

După șapte ani de domnie și șapte ani de hulire de către o mână de asupritori, însă proslăvit de poporul cel mare scos din șerbie, a venit ziua întoarcerii sale, de pe meleagurile pribegiei. În ciuda interdicțiilor clopotele din Moldova și din toată țara au bătut a jale, pe limba lor. Poporul nu a ascultat de ordinele primite, pentru a nu-l jeli pe Cuza. Cu ochii în lacrimi, unii îngenunchiau, plângându-l pe defunct și soarta lor amară, simțind că au pierdut un sprijin de nădejde. Șase țărani (doi erau din comuna Solești, Jud. Vaslui) au coborât sicriul de pe platforma vagonului mortuar și l-au transportat până la biserică, unde a fost depus. Apoi țărani și militari au făcut de gardă până la 29 mai, când a fost înmormântat. În acea zi, trenuri după trenuri au sosit în gara Ruginoasa, aducând mii de oameni, îndeosebi țărani, dar și alte categorii sociale, delegații ale județelor

și orașelor, precum și alții veniți din îndemnul inimii, pentru a aduce cel din urmă salut lui Cuza. Unele ziare au apreciat că au participat peste zece mii de oameni, însă cunoscutul scriitor Constantin Bacalbașa aprecia că au fost circa treizeci de mii de oameni.

Poporul în imaginația sa îi croise lui Cuza dimensiunile propriului său suflet însetat de dreptate. Cuza a rămas în sufletul lor, omul care le-a vrut binele, dar n-a fost lăsat de boierii cei răi să-l înfăptuiască. Asociația lucrătorilor tipografi din Iași au scos o broșură, în care arătau că poporul adunat la Ruginoasa își plângea drepturile sale pierdute, mândria țării umilite. Cuza a dat speranță maselor la un viitor mai bun, a întărit autonomia României, făcând din ea statul în jurul căruia popoarele asuprite din sud-estul Europei și-au pus speranțe de emancipare, aluzie la meritele lui Cuza.

Elena a venit mai devreme pregătind cele de cuviință, deși era slăbită, îmbătrânită. Ea a anunțat prin telegraf pe Vasile Alecsandri, Costache Negri și Kogălniceanu, prietenii lui devotați.

Aprecierea contemporanilor pentru Alexandru Ioan Cuza

Istoricii români răscolind filele cronicilor au dat acestei populare figuri o înțelegere științifică, mai amplă, descifrând sensul și menirea actelor pe care le-a înfăptuit. Din momentul participării sale active la mișcarea revoluționară din Moldova anului 1848, Alexandru Ioan Cuza a afirmat constant o ținută cetățenească demnă și o concepție înaintată, contribuind în mod hotărâtor la victoria luptei maselor populare pentru Unirea Principatelor Române.

Așa cum aprecia sfetnicul său, Mihail Kogălniceanu, domnul Alexandru-Ioan Cuza și-a scris singur istoria: *„Fața țării este pagina istoriei lui Alexandru Ioan Cuza. Alexandru Ioan I nu are trebuință de istoriograf. El singur și-a scris istoria sa, prin legi, prin actele cu cari a făcut el un stat, o societate, alta decât aceea ce i-a fost dată, când l-am proclamat domn”*.

În conștiința românilor Alexandru-Ioan Cuza a fost și rămâne cel dintâi domnitor al României moderne, întemeietorul statului național român modern. Domnitorul Cuza a condus cu inteligență și dăruire

acțiunea de propășire a României pe drumul modernizării. Cu tenacitatea unui om hotărât să meargă până la capăt cu reformele, el a depășit atât obstacolele create pe plan intern de marii boieri (conservatorii) și liberalii radicali, cât și obstacolele externe venite din partea marilor puteri vecine. În timpul domniei, Alexandru Ioan Cuza s-a străduit să introducă statul pe calea civilizației Europei occidentale, cu deosebire a celei franceze, de aceeași sorginte latină ca și cea românească, având un sprijin de nădejde în Napoleon al III-lea, împăratul Franței.

Alecsandru-Ioan Cuza a avut un caracter integru, a fost un om sincer și cu vederi largi, fără a avea idei extremiste. Era spiritual, inteligent, popular și iubit de popor. N-a dorit să facă cu orice chip carieră sau să pună în umbră pe ceilalți prin mari însușiri. Nu era orator de talia lui Mihail Kogălniceanu, nici talentat ca Vasile Alecsandri și nici nu avea prestigiul lui Costache Negri. Era, în schimb, o fire dezinteresată, ce nu se folosisse de slujbele avute în administrație pentru a face avere. Nici ca domnitor n-a avut mare avere.

Privind în timp, fără ură și părtinire, Zoe Sturza, sora lui Costache Negri, scria, în 1881: *„Principele Cuza va avea totdeauna o pagină strălucitoare în istoria țării sale. Căci dacă omul a avut slăbiciuni inerente sărmanei noastre naturi umane, suveranul a fost întotdeauna integru și pătruns de cel mai mare patriotism”*.

Poetul Mihai Eminescu îl aprecia pe domnul Alexandru-Ioan Cuza ca pe *„unul dintre Domnii cei mai patriotici din câți au fost vreodată în țările Dunării Române”*.

Un portret al domnului Cuza l-a făcut și istoricul Florin Constantiniu, în lucrarea *„O istorie sinceră a poporului român”*, la pagina 218: *„Cuza este una din cele mai de seamă personalități ale istoriei românești. Inteligent, voluntar, abil, hotărât să meargă până la capăt”*.

Poetul Vasile Alecsandri a scris pe placa mormântului:

„Văzându-te-am în pace suind scara mării
 Și în pace luând calea augustă a nemuririi,
 O, scumpe amice, Domn mare, nume cu splendoare
 Sădit pe miriade de limpezi izvoare,
 O clipă apăruta-i în plaiul veșniciei,
 Și veșnici mari fapte lăsat-ai României,

Năltând din părăsire antica-i demnitate,
 Prin magica unire și sacra libertate:
 Ca norul plin de mană, ce trece și revarsă
 O ploaie roditoare pe brazda care-i arsă,
 Și stând apoi departe, în urma lui privește,
 Cum brazda se deschide și câmpul înflorește.
 Așa și tu din ceruri, ai dulcea mângâiere,
 Să vezi a țării tale frumoasa reînviere,
 Tu ai stârpit, cu sceptrul, unelte de robire,
 Din suflete și câmpuri sămânța de șerbire,
 Acum te odihnește gustând eterna pace,
 În taina măiestoasă, a morții care tace,
 Lăsând o lume întregă la tine să gândească,
 Și a ta legendă, Cuza, cu fală s-o rostească,
 Sânt nume destinate, ca numele tău mare,
 Să stea neclintit pe a timpului hotare
 Și veșnic să răspândă o falnică lumină
 Pe secolii ce în taină trecând li se închină”.

Cu trecerea timpului prestigiul lui Cuza a crescut, în ciuda faptului că marii moșieri, liberalii radicali și vârfurile clerului bisericesc nu-i păstrau o amintire frumoasă. La cererea poporului, partidele de guvernământ au fost nevoite să atribuie denumirea Alexandru-Ioan Cuza unui număr de localități rurale, precum și unor școli din județele Vaslui, Neamț, Iași, Galați, Vrancea, Bacău, Prahova, Călărași, Ialomița, Brăila, Galați, Ilfov, Botoșani, Constanța, Chișinău, Cahul.

De asemenea, numele domnului Cuza și a principesei Elena Cuza au fost date unor străzi, bulevarde și piețe. Domnului, soției sale și sftnicilor apropiați le-au fost realizate monumente de for public (istorice) și busturi, cum sunt cele din: Iași, realizat la 27 mai 1912, București, Craiova, Galați, Focșani, Râmnicu-Sărat, Huși, Bârlad, Brăila, Cluj, Ploiești, Florești și Gorgota (județul Prahova), Râmnicu Vâlcea, Florența (Italia), Heidelberg (Germania), Chișinău (Moldova dintre Prut și Nistru), Gura Galbenă (Raionul Cimișlia - Moldova) și altele. Monumentelor din Moldova dintre Prut și Nistru, din Italia, Germania le datorăm inginerului

Mircea Cosma, președintele Fundației Cultural-Istorice ”Mihai Viteazul” din Ploiești.

Prin participarea unor personalități culturale s-au realizat muzee, cele mai bine dotate și documentate fiind la Iași, Galați, Ruginoasa (județul Iași), Focșani, Bârlad și Craiova. Au fost scrise multe cărți cu caracter istoric și beletristic, au fost realizate compoziții muzicale, picturi, lucrări grafice și s-au desfășurat numeroase sesiuni de comunicări științifice.

Toate înfăptuirile lui Aleandru Ioan Cuza în domnia de șapte ani, ne îndreptătesc să atragem atenția tuturor celor care cercetează evenimentele petrecute în cei șapte ani de domnie și îndeosebi profesorilor de istorie din școlile gimnaziale, liceale, colegiilor naționale și universități că Unirea Principatelor Române nu a fost mică, cum se exprimă unii dintre ei, în prezent.

Legenda țării

Cu prilejul aniversării datei nașterii lui Alexandru Ioan Cuza, 20 martie 1820, Nicolae Iorga spunea că dacă ar dori cineva « ...să cuprindă într-o formulă marea personalitate a lui Vodă – Cuza, ar trebui să spună că el a fost un om vrednic de legenda sa și că în jurul său s-a creat o legendă vrednică de dânsul”. Cuza a fost preamărit de masele populare, figura lui intrând în creația folclorică, alături de a lui Ștefan cel Mare, Mihai Viteazul și alte personalități, menținându-se până în zilele noastre.

După căsătoria cu Elena Rosetti (30 aprilie 1844) la conacul familiei Iordache Rosetti-Solescu, Alecsandru Ioan Cuza mergea în localitate, la cârciuma lui Ioan Grigoruță, folosind hainele grăjdarului de la conac și asculta păsurile țăranilor. Tânărul Cuza a luat cunoștință de modul cum se încheiau învoielile agricole la conac. Se înapoia la conac, își relua uniforma și se adresa soacrei sale, Ecaterina Rosetti, rugând-o să fie mai bună și dreaptă cu țăranii din localitate.

După alegerea în calitate de Domn al Principatelor Unite și la București, în ziua de 24 ianuarie 1859, Alecsandru Ioan Cuza s-a deplasat la București cu trăsură, bucurându-se de o frumoasă primire la trecerea prin localități. Când a ajuns în cartierul Munteni (Nord Tecuci) s-a oprit la cârciumă și i-a solicitat cârciumarului un rachiu. Acesta a primit lecția

oferită de Cuza, muștrându-l că înșeală consumatorii și i-a fixat măsura corectă, devenită în timp – ocaua lui Cuza. Adesea a umblat pe drumuri în straie schimbate, cercetând și pedepsind nedreptățile, ajutând și mângâind pe cei sărmani și năpăstuiți. Scriitorul Mihail Sadoveanu a scris că poporul întrupase în Alexandru Ioan Cuza dorințe de schimbări și de dreptate, devenind în ochii poporului umilit « un fel de principiu al binelui ».

Colonelul Florin Șperlea, redactorul Observatorului Militar nr 5 din 2025 și-a exprimat îngrijorarea cu privire la modul cum este apreciată Unirea Principatelor Române din ianuarie 1859. A făcut apel la profesorii de istorie din toate instituțiile de învățământ pentru a trata corect acest moment din Istoria României. Această unire nu a fost mică, fiindcă s-au înfăptuit mari reforme pe drumul deschis de modernizarea statului român.

Referințe bibliografice

- [1] * * *, Istoria militară a Poporului Român. volumul IV, Editura Militară, București, 1987.
- [2] I. Boicu, Gh. Platon, Al. Zub, Cuza Vodă, In memoriam. Editura Junimea, Iași, 1973.
- [3] C. C. Giurescu, Alexandru-Ioan Cuza. Editura Militară, București, 1973.
- [4] M. Mihalache, Cuza Vodă. Editura Tineretului, București, pag. 184-188, 211-235, 1967.
- [5] C. D. Iscru, Monstruoasa coaliție și detronarea domnului Unirii Românilor, Alexandru Ioan Cuza. Editura Nicolae Bălcescu, București, 2000.
- [6] D. Siegfriedsohn, Ofițerii care l-au arestat pe Alexandru Ioan Cuza. București, 1866.
- [7] C. Chiper, D. Burghilea, M. Isac, V. Tărăță, Monografia Comunei Solești. Județul Vaslui, Editura Thalia, Vaslui, 2002.
- [8] M. Isac, Istoria Școlii Solești 1868-1950. Editura PIM Iași, 2015.
- [9] F. Șperlea, Cât de mică a fost "Mica Unire". Observatorul Militar nr. 5 din 5-11 februarie 2025.
- [10] H. C. Matei, I. Nicolae, S. Neguț, C. Radu, Enciclopedia statelor lumii. ediția a VII-a, Editura Meronia, București, 2001.

- [11] M. Măciu, N. C. Nicolescu, V. Șuteu, Mic dicționar enciclopedic, Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1986.
- [12] N. Iorga, Sfaturi pe întuneric. Antologie. ediție îngrijită, note și comentarii de Valeriu Râpeanu și Sanda Râpeanu, Editura Militară, București, 1977
- [13] D. Ivănescu, Unirea Principatelor. Momente, fapte, protagoniști. Iași, 2005.
- [14] F. Constantiniu, O istorie sinceră a poporului român. Editura Univers Enciclopedic, București, 1997.
- [15] M. D. Popa, H. C. Matei, Mică enciclopedie de istorie universală. Editura Politică, București, 1988

