

EUROINVENT INTERNATIONAL WORKSHOP

17th 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 <)

8 May 2025

Editors:

**Ioan Gabriel SANDU,
Ion SANDU**

Technical editor:

Ioan Cristinel NEGRU

Editura PIM

Iași

2025

CERCETĂRI ȘTIINȚIFICE PRIN ELABORĂRI ELECTIVE
SCIENTIFIC INQUIRIES THROUGH ELECTIVE ELABORATIONS

Editors:

Ioan Gabriel SANDU I
Ion SANDU

SSN 2668-3229
ISSN-L 2668-3229

Technical editor:

Ioan Cristinel NEGRU

EUROINVENT INTERNATIONAL WORKSHOP
17th 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. Adrian BADEA
Prof. PhD. Doina BANCIU
Prof. PhD. Dan CASCVAL
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. Ioan MAMALIGA
Prof.PhD. Iulian ANTONIAC	Prof.PhD. Dan MILICI
Prof.PhD. Stefan BALTA	Prof.PhD. Emilian Florin MOSNEGUTU
Prof.PhD. Narcis BARSAN	Prof.PhD. Corneliu MUNTEANU
Gen.bg. Prof.PhD. Ghita BIRSAN	Prof.PhD. Valentin NEDEFF
Prof.PhD. Viorel BOSTAN	Prof.PhD. Florin Marian NEDEFF
Prof.PhD. Maria CÂRJĂ	Prof.PhD. Attila PUSKAS
Prof.PhD. Marin CHIRAZI	CS.I.PhD. Irina Crina Anca SANDU
Prof.PhD. Marcel COSTULEANU	Prof.PhD. Neculai Eugen SEGHEIN
CS.I.PhD. Gyorgy DEAK	Prof.PhD. Augustin SEMENESCU
Prof.PhD. Valeriu DULGHERU	Prof.PhD. Daniel SIMEANU
Prof.PhD. Gabriela DUMITRU	Prof.PhD. Cristian SIDOR
Pr.Prof.PhD. Daniel ENEA	Prof.PhD. Catalin STIRBU
Prof.PhD. Anton FICAI	Prof.PhD. Alexandru STANILA
Prof.PhD. Maria GAVRILESCU	Prof.PhD. Gabriela STOLERIU
Prof.PhD. Anca Irina GALACTION	Prof.PhD. Simona STOLERIU
Prof.PhD. Adrian GRAUR	Prof.PhD. Daniela TARNITA
Prof.PhD. Silviu GURLUI	Prof.PhD. Grigore TINICA
Prof.PhD. Anton HADAR	Prof.PhD. Mihail Aurel TITU
Prof.PhD. Gabriela IGNAT	Prof.PhD. George UNGUREANU

P R E F A Ț Ă

Brandul EUROINVENT, susținut de Forumul Inventatorilor Români și de Europe Direct Iași, organizat sub egida **Academiei Oamenilor de Știință din România** reprezintă un proiect modern, care a permis în ultimii 17 ani realizarea unei manifestări complexe, cu multiple implicații academice și 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 rebrevetare 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, respectiv a titularului (aplicantului) și în zestrea unei națiuni sub forma unui brevet de autor, respectiv patent ca licență industrială, 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 de preferat sistemul de repatentare 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 conlucrare 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 17 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 superior 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 14 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 XVII-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 Titular al Academiei Oamenilor de Știință din România

CUPRINS

Vasile DROBOTĂ, Valeriu BUSUIOC, Lucian LIPAN-GROSU, Ioan Cristinel NEGRU, Ion SANDU, <i>Cercetarea urmelor de pe suprafețe metalice, provenind de la trasee grafice poansonate ori gravate, care au suferit modificări din sfera noțiunii de fals</i>	9
Petrică-Iulian FOCA, Ion SANDU, Gyorgy DEAK, Andrei Victor SANDU, Florin BRINZĂ, <i>Restaurarea fațadelor monumentelor istorice, soluții inovative cu mortar aditivat autocurățitor</i>	25
Dumitru BULGARIU, Roxana BĂLTEANU, Laura BULGARIU, <i>Separarea prin electrodepunere a componentelor utile din steril minier de flotație</i>	49
Dumitru BULGARIU, <i>Considerații preliminare privind dinamica echilibrelor chimico-mineralogice în solurile actuale</i>	65
Andreea-Diana PĂDURAR, Gabriela DUMITRU, Silvia DUMITRAȘCU, Elena TODIRAȘCU-CIORNE, <i>Investigații de laborator în tiroidita autoimună</i>	81
Ioana TĂRÎȚĂ, Gabriela DUMITRU, Silvia DUMITRAȘCU, Elena TODIRAȘCU-CIORNEA, <i>α-Talasemia: patofiziologie, epidemiologie, strategii de prevenire și control</i>	101

Rut-Loredana BÎRGOAN, Gabriela DUMITRU, Silvia DUMITRAȘCU, Ion SANDU, Elena TODIRAȘCU-CIORNEA, *Modificări hematologice și biochimice în ciroza hepatică umană*.....127

Camelia GUZUN, Gabriela DUMITRU, Valentina MAMALIGA, Iulia POPESCU, Silvia DUMITRAȘCU, Elena TODIRAȘCU-CIORNEA, *Variațiile unor indicatori hematologici și biochimici la copii diagnosticați cu bronhopneumonie*.....141

Iuliana-Elena FODOR, Elena TODIRAȘCU-CIORNEA, Gabriela DUMITRU, *Evaluarea fitotoxicității unor pesticide și stimulatori de creștere la Lens Culinaris*159

Adrian Valentin COTÎRLEȚ, Radu-Daniel GHENADE, *Factori de prognostic în cancerul gastric*173

Corina Alexandra CONCITĂ, Mihaela SĂLCEANU, Anca MELIAN, Cristina ANTOHI, Bianca Andreea ONOFREI, Bogdan Constantin CONCITĂ, Cristian Levente GIUROIU, Sorin ANDRIAN, *Aportul microscopiei de forță atomică în evaluarea efectelor irigațiilor endodontice* 211

Carmen-Penelopi PAPADATU, Dragoș-Bogdan OBREJA, Ionuț-Cristian ADAM-PAPADATU, Ioan Gabriel SANDU, *Cercetarea comportării oțelului de damasc la sollicitări statice*.....221

Daniel ENEA, *Sfântul Ioan Cassian, Mărturisitor și apărător al unității de credință* 231

Constantin CHIPER, *Aleksandru-Ioan Cuza în conștiința romanilor*249

CERCETAREA URMELOR DE PE SUPRAFEȚE METALICE, PROVENIND DE LA TRASEE GRAFICE POANSONATE ORI GRAVATE, CARE AU SUFERIT MODIFICĂRI DIN SFERA NOȚIUNII DE FALS

Vasile DROBOTĂ^{1,2}, Valeriu BUSUIOC¹, Lucian LIPAN-GROSU¹,
Ioan Cristinel NEGRU³, Ion SANDU^{2,4,5,6}

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, România

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

Rezumat: *În lucrare se prezintă unele rezultate ale expertizei de stabilire a autenticității datelor de identificare, în cazul unor obiecte care pot fi încadrate în categorii dintre cele mai variate din punct de vedere al utilității (autovehicule, arme de foc, unele obiecte de artă și de colecție etc.), dacă acestea prezintă elemente de identificare poansonate sau gravate pe suprafețele unor componente metalice. Procesul în sine include două etape de o importanță egală și anume: o etapă pregătitoare (ce necesită o gamă mai largă de activități distincte, care trebuie realizate într-o ordine strictă) și etapa finală, cea a aplicării unui tratament chimic adecvat, pentru relevarea urmelor latente care pot proveni de la eventualele trasee sau caractere grafice care anterior au suferit modificări din sfera noțiunii de fals. În linii generale, pentru atingerea obiectivelor din etapa pregătitoare se face uz în principal de metoda observației*

directe, însoțită de fixarea aspectelor de interes prin fotografiere, iar ulterior, după o serie de activități și tratamente pregătitoare, în ultima fază se aplică un tratament chimic adecvat, utilizând soluții compatibile cu tipul de suport în cauză. În acest scop, pe lângă materialele de primă necesitate, respectiv substanțe chimice, vase de tipuri diferite și instrumentar de laborator, este necesară și balanța (cu incertitudine de maxim 0,1 mg), respectiv baia de ultrasonare (pentru dizolvarea mai eficientă a elementelor din compoziția soluțiilor). De asemenea, pentru examinarea și analiza mai eficientă a urmelor și a suporturilor-martor, pot fi necesare și o serie de alte instrumente sau echipamente în funcție de situația concretă, cum sunt: lupe de tipuri și modele diferite, oglinzi cu suport telescopic, camera endoscopică, surse de radiații luminoase din spectrul vizibil și invizibil, aparat foto și, după caz, echipamente mai avansate de examinare în laborator a suporturilor-martor

Cuvinte cheie: *Aliaje metalice; Poansonare; Gravare; Suporturi-martor; Urme atipice auxiliare; Factori de mediu; Autenticitate; Fals; Materiale și procedee de falsificare; Metode și tehnici de investigare; urme latente; Procedee de relevare compatibile.*

Introducere

Cercetarea inscripțiilor de pe suprafețe metalice în criminalistică, indiferent de procedeele prin care au fost realizate elementele grafice supuse atenției (poansonare ori gravare, în variante clasice sau moderne, dar compatibile cu tipurile de suporturi în discuție), constituie o linie de muncă axată în principal pe aspecte legate de stabilirea falsului sau a autenticității unor date, care de cele mai multe ori sunt necesare pentru identificarea unui obiect de valoare. Astfel, în practica laboratoarelor de profil, respectiv în literatura de specialitate, aceste probleme sunt asociate sau asimilate celor care privesc, fie expertiza traseologică (ce înglobează o paletă foarte extinsă de subdomenii), fie cercetarea falsului documentelor [1]. De asemenea, dacă se are în vedere cercetarea seriilor de identificare a

autovehiculelor (VIN), trebuie subliniat faptul că procedurile specifice de lucru, aflate în uz la nivelul instituțiilor sau laboratoarelor de profil, impun și examinarea altor componente cum sunt foliile-martor, despre care nu încapе indoială că pot fi asociate noțiunii de document [2] (prezentându-se sub forma unor autocolante imprimate, care de regulă, pe lângă datele vizibile la prima vedere, conțin și un număr variabil de elemente de siguranță simple [3] sau complexe [4]), iar în strânsă legătură cu acestea trebuie amintite și suporturile de tipul plăcuțelor-martor, care de cele mai multe ori sunt confecționate din material metalic sau din plastic dur, toate necesitând pe lângă analizele specifice ale suportului și conținutului (pentru determinarea falsului sau a autenticității) [5,6] și o serie de analize traseologice, având ca scop clarificarea unor aspecte legate de urmele de contact mecanic (statice sau dinamice), urmele prezente la nivelul sistemului de prindere sau fixare, urmele atipice ale unor procese care au fost influențate de intervenția unor factori de mediu, urmele negative sau periferice [7] etc. Având în vedere faptul că pentru atingerea obiectivelor se face uz și de metode, respectiv procedee din domeniul chimiei, care se plasează pe primul loc ca pondere în cadrul activităților ce trebuie parcurse pentru obținerea rezultatului dorit, considerăm că tema pe care o tratează lucrarea de față se înscrie într-un domeniu interdisciplinar distinct, plasat la interfeța dintre domeniile denumite *clasice* [8,9] și cele *moderne* [10,11] ale criminalisticii. Rezumând cele expuse anterior, se poate spune că toate activitățile din cadrul acestui proces au ca scop final *identificarea criminalistică* [12], noțiune care prin conținutul său implică întotdeauna și ideea de *aflare a adevărului* într-o cauză judiciară.

Partea experimentală

Materiale și metode

Activitățile de cercetare, respectiv de analiză și de interpretare a datelor obținute, au fost efectuate în cazul unor autovehicule care au făcut obiectul expertizelor judiciare [13] (existând suspiciuni de neautenticitate a datelor de identificare), motiv pentru care nu vor fi reproduse imaginile de ansamblu sau alte imagini unde ar putea fi vizibile date confidențiale, acestea fiind oricum irelevante pentru obiectivele pe care le are în atenție lucrarea. Astfel, pentru a ilustra aspectele de interes au fost selectate

anumite detalii considerate relevante, care au constituit argumente pentru concluziile formulate în mod oficial.

De regulă, procesul include două etape principale, la care se poate adăuga și o etapă preliminară, cea a documentării, în care este necesar să fie căutate informații complete în toate sursele disponibile (inclusiv la adresa web a fabricantului) despre tipul aliajului din care este confecționat suportul datelor, procedeul de inscripționare utilizat pentru modelul și versiunea autovehiculului, cu luarea în considerare și a anului fabricației, respectiv componentele și locurile în care sunt plasate și caracteristicile elementelor grafice (în ansamblu, dar și separat: alinierea pe orizontală și pe verticală a caracterelor grafice din compoziția seriei, mărimea caracterelor, adâncimea poansonării/gravării, spațierea dintre caractere, existența și poziționarea simbolurilor din vecinătatea caracterelor, tipul caracterelor alfanumerice și inserarea unor caractere speciale etc.), precum și informații despre suporturile-martor și caracteristicile acestora, inclusiv despre elementele de siguranță integrate. Tot în cadrul etapei pregătitoare poate fi inclusă și prepararea soluțiilor chimice pentru relevarea *seriilor piliate*, respectiv verificarea celorlalte materiale și instrumente indispensabile.

Prima etapă principală este considerată în general una *statică* (termen care poate fi considerat impropriu dintr-un anumit punct de vedere), în care se apelează la metoda observației directe (pentru a determina starea inițială a suprafeței sau a suprafețelor de interes, dar și a suporturilor-martor, precum și prezența, respectiv caracteristicile eventualelor urme suplimentare prezente în aceleași zone), cu precizarea că toate aspectele constatate trebuie fixate prin fotografiere [14,15], iar ulterior, în cadrul ultimei etape principale, după o serie de activități și tratamente pregătitoare care presupun curățarea suprafețelor, apoi îndepărtarea straturilor superficiale și uniformizarea prin șlefuire cu benzi abrazive (pentru a se ajunge în suport aproape de nivelul urmelor latente, ce provin de la traseele grafice îndepărtate și acoperite), se aplică un tratament chimic adecvat, utilizând o soluție compatibilă cu suportul în cauză [16].

Astfel, pe lângă materialele de primă necesitate, respectiv substanțe chimice, vase de tipuri diferite și instrumentar uzual de laborator, balanța

(cu incertitudine de maxim 0,1 mg) și baia de ultrasonare (pentru dizolvarea mai eficientă a elementelor din compoziția soluțiilor), pentru realizarea activităților care compun întregul proces (ce va fi prezentat exemplificativ în cele ce urmează), mai sunt utile o serie de instrumente și materiale, dintre care enumerăm ca fiind de primă importanță următoarele: cameră foto, unități metrice magnetice și din hârtie, surse de iluminat, kit pentru mulaje, lupe de tipuri și modele diferite, oglinzi cu suport telescopic, cameră endoscopică prevăzută cu interfață USB, trusă de scule pentru uz general, hârtie abrazivă cu granulații diferite, perii de sârmă, magnet, echipamente de protecție (inclusiv mănuși din latex sau nitril), iar în funcție de datele obținute în etapa preliminară, poate fi necesară și o baterie de 12V, cablu cu două fire de minim 1 A și clești, respectiv un dispozitiv pentru fixarea tamponului cu soluție pentru relevare.

De asemenea, pentru examinarea și analiza mai eficientă a urmelor și a suporturilor-martor, pot fi necesare și echipamente mai avansate pentru examinare în laborator (spre exemplu: microscopul Nikon SMZ800 având cuplată camera Nikon Digital Sight DS-U1, echipamentul Docubox Dragon Projectina sau sistemul specializat pentru examinarea tehnică a documentelor VSC8000 HS Foster + Freeman conectat cu microscopul Leica M205C, precum și softul LUCIA Forensic incluzând meniuri și funcții multiple [17] pentru examinări individuale sau comparative variate, inclusiv calibrări ale imaginilor în format electronic pentru aducerea la aceeași scară pe baza unității metrice a fotogramelor sau prin metoda *matching points*).

Rezultate și discuții

a. *Considerații generale*

Din punct de vedere al fundamentului științific, procedura de relevare a inscripțiilor care au suferit modificări din sfera noțiunii de fals, are la bază proprietatea materialelor metalice de a avea o structură cristalină. Prin intervenția asupra straturilor superioare ale suportului metalic, în cadrul proceselor de poansonare sau de gravare, se va produce modificarea structurii cristaline în zona traseelor grafice. De asemenea, în cazul aliajelor feromagnetice vor apărea și modificări ale rezistenței electrice și ale magnetizării.

Seriile autentice pot fi înlăturate (pentru ca ulterior să fie acoperite urmele și uniformizată suprafața spre a inscripționa o serie diferită falsă) prin intervenție mecanică (polizare) sau termică (puncte de sudură cu electrozi, puncte de sudură cu plasmă). În cazul intervenției termice urmele specifice de topire sunt profunde, iar posibilitățile de evidențiere a caracterelor grafice inițiale sunt mult reduse, însă identificarea urmelor care demonstrează intervenția neautorizată este de asemenea foarte utilă în cadrul unei cauze judiciare, permițând efectuarea unor noi demersuri (aflarea seriei autentice prin alte tipuri de investigații) și luarea altor măsuri procesuale.

Revenind la fundamentul științific al temei, zonele în care au fost produse modificări pentru a inscripționa traseele grafice, se vor comporta diferit în prezența unui reactiv chimic, față de zonele învecinate, iar traseele sau caracterele grafice preexistente (inițiale) se vor evidenția alături de cele realizate în procesul falsificării.

În practică și în literatura de specialitate sunt menționate în mod frecvent ca procedee principale de relevare a traseelor grafice latente următoarele: procedeul chimic, procedeul electrochimic, respectiv procedeul electromagnetic sau feromagnetic.

Procedeul electromagnetic este unul nedistructiv, având la baza proprietatea suprafețelor cu structura modificată de a reține diferit magnetizarea, față de zonele învecinate care nu prezintă modificări. În schimb, procedeul chimic și cel electrochimic, sunt „distructive” deoarece soluțiile utilizate sunt acide, însă la finalul aplicării procedeeului de relevare (care trebuie precizat că va avea doar o acțiune locală, superficială și temporară), se vor spăla suprafețele, iar apoi se va aplica o substanță cu rol de stopare a procesului de corodare.

Indiferent de procedeul care va fi utilizat pentru relevarea urmelor latente ale traseelor grafice și a cărui alegere depinde în mod direct de tipul aliajului pe care se află caracterele grafice poansonate ori gravate, întotdeauna trebuie parcursă etapa preliminară (a documentării și a pregătirii materialelor, respectiv a instrumentelor necesare, la care s-a făcut referire anterior), cu precizarea că în funcție de tipul tratamentului, pentru ca soluția să fie bună pentru aplicare, poate fi necesar să treacă un interval de timp cuprins între 24 de ore și 2-3 zile. Sintetizând, procesul care

urmează a fi aplicat include următorii pași principali: realizarea fotografiilor pentru a evidenția și a fixa starea inițială a obiectului și a suprafețelor examinate sau asupra cărora urmează a se interveni prin aplicarea reactivului, precum și pentru evidențierea posibilelor urme atipice de contact mecanic ori termic, după caz, sau urme care indică acțiunea distinctă a unor factori de mediu [18, 19] (ceea ce presupune și existența unor condiții preexistente diferite în ceea ce privește zonele respective prin raportare la zonele învecinate, care în această situație capătă rolul de probă-martor); ulterior se recomandă o tratare de control cu un solvent în zona seriei pentru a stabili gradul de aderență la suport a vopselei, apoi vor fi îndepărtate substanțele și peliculele ce acoperă zona de interes (vopsea, chit, substanțe adezive etc.), fără a se crea urme-strații pe suportul seriei, în următoarea etapă se procedează la șlefuirea suprafeței cu benzi abrazive (până la obținerea unei suprafețe lucioase, fără urme-striații vizibile la examinarea macro), se degresează suprafața șlefuită cu ajutorul unui tampon îmbibat cu un solvent (alcool, eter, amoniac etc), iar în ultima fază se procedează la aplicarea tratamentului chimic în zona seriei pentru relevarea urmelor latente ale traseelor grafice anterioare. Foarte important de subliniat, este faptul că după fiecare pas sau etapă (dintre cele menționate), trebuie fixate prin fotografiere rezultatele obținute, iar la finalizarea întregului proces, în cazul aplicării unui tratament chimic cu o soluție acidă, se impune spălarea zonei afectate (cu alcool etilic, apoi cu apă distilată sau cu o soluție bazică de tipul bicarbonatului de sodiu), iar după uscare, aplicarea unui strat de substanță anticorozivă (pentru a neutraliza substanța corozivă și pentru a stopa procesul de deteriorare).

Lucrarea de față se axează pe ultima parte a procesului de relevare a *seriilor pilit*, în cazul procedurii chimice (pentru care mai este utilizată și expresia *tratarea la rece*, fără curent electric), respectiv a procedurii electrochimice (pentru care mai este utilizată și expresia *tratarea la cald*, prin folosirea curentului electric). În ceea ce privește cele două procedee, în literatura de specialitate sunt întâlnite mai multe variante de formule chimice pentru relevarea traseelor grafice latente, în funcție și de tipul aliajului care constituie suport.

Trebuie avut în vedere faptul că toate soluțiile chimice utilizate pentru tratarea metalelor, au în componență un acid, al cărui rol este de a produce coroziunea superficială a suprafeței metalice în zonele unde structura cristalină a fost afectată în procesul de inscripționare, precum și o substanță de contrast al cărei efect constă în colorarea zonelor corodate, pentru a face vizibile traseele grafice latente. Mai jos redăm cele mai uzuale formule pentru tratarea suprafețelor metalice (Tabelele 1 și 2).

Tabelul 1. Soluție pentru tratarea fierului, oțelului și fontei (fără utilizarea curentului electric)

Substanța	Formula chimică	Cantitatea
Clorură cuprică	CuCl_2	15g
Apă distilată	H_2O	35mL
Acid clorhidric 37%	HCl	40mL
Alcool etilic 96%	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	25mL

Tabelul 2. Soluție pentru tratarea oțelului, a cuprului cu aliajele sale, respectiv a aluminiului cu aliajele sale, prin folosirea curentului electric (procedeul electrochimic)

Substanța	Formula chimică	Cantitatea
Clorură cuprică	CuCl_2	5g
Apă distilată	H_2O	30mL
Acid clorhidric 37%	HCl	40mL
Alcool etilic 96%	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	25mL

Observații asupra elaborării rețetelor din tabelele 1 și 2:

- întotdeauna se va adăuga acidul în apă (nu invers). Se pune clorura cuprică într-o eprubetă și se dizolvă în apă; iar în momentul în care se obține o substanță de culoare verde, se pune acidul clorhidric în eprubetă, când la adăugarea acidului se generează căldură, înainte de a adăuga alcool, lichidul trebuie lăsat să ajungă la temperatura camerei; termenul de valabilitate a soluției este de 1 an;

- procedeul electrochimic mai este denumit și electrocoroziv, pentru care, curentul electric continuu este utilizat pentru a accelera reacții. (s-a stabilit că tensiunile cele mai potrivite pentru tratare cu dispozitive speciale de transmitere a curentului electric, sunt următoarele: pentru aliaje din oțel – 1,25 V, pentru cupru și aliajele sale – 1,2 V, iar pentru aluminiu și aliajele sale – 0,8 V).

Tabelul 3. Soluție pentru tratarea aluminiului cu aliajele sale fără folosirea curentului electric

Substanța	Formula chimică	Cantitatea
Hidroxid de sodiu - granule	NaOH	100g
Apă distilată	H ₂ O	900mL

Observație privind tabelul 3: Întotdeauna se va adăuga baza în apă (nu invers). Se toarnă 900 mL de apă într-o eprubetă și se adaugă 100 grame de hidroxid de sodiu granule, apoi se așteaptă ca soluția să ajungă la temperatura camerei.

b. Situații întâlnite în practică privind identificarea unor urme atipice și indicii în prima fază a cercetării componentelor și suprafețelor cu inscripții gravate sau poansonate.

Ca exemplificări pentru indicii ale unor intervenții neautorizate, prin falsificarea și înlocuirea unor suporturi-martor (de tipul foliilor autocolante), respectiv urme atipice de diferite tipuri, menționăm: lipsa tendinței de autodistrugere a foliilor autocolante (Fig. 1a.), prezența oxizilor metalici doar într-un anumit perimetru (Fig.1b.), prezența unor urme de proces termic care a avut ca efect topirea aliajului doar într-o anumită zonă care coincide cu perimetrul în care se află date importante pentru identificarea bunului (Fig. 1c.), prezenta unor urme care indică desprinderea unor părți din întreg, mai ales atunci când sunt acoperite cu un suport de tipul unei folii (Fig. 1d.), îndepărtarea cu ușurință a peliculei de vopsea la contactul cu un solvent (Fig. 1e.), urmele periferice sau

negative (lipsite de obiectul care le-a produs si care putea să ajute la identificare) (Fig. 1f.) sau lipsa de uniformitate a suportului în zona datelor de identificare (Fig. 2.).

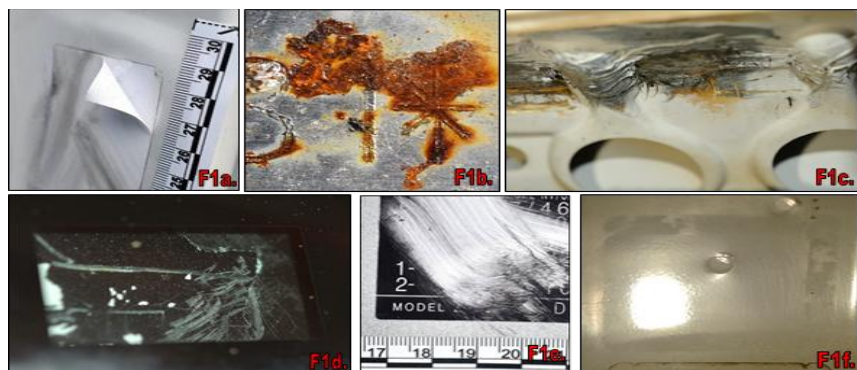


Fig. 1. Cadre cu exemplificări privind indicii și urme ale unor intervenții neautorizate asupra unor componente sau suprafețe ale autovehiculelor, conform enumerării anterioare de la litera b



Fig. 2. Cadre care redau valori metrice cu diferențieri semnificative, obținute prin măsurători efectuate cu ajutorul șublerului electronic în puncte diferite din perimetrul seriei (F2a și F2b), respectiv în afara perimetrului (F2c.), diferențele nefiind explicabile decât prin modificările aduse stării inițiale

c. Cazuistică – selecții exemplificative.

În lumina ideii expuse anterior, menționăm că o cercetare prealabilă minuțioasă, poate ajuta foarte mult în expertizarea unor obiecte, uneori nemaifiind necesară aplicarea tratamentului chimic. În primul caz pe care

Îl prezentăm pentru exemplificare, cu ocazia începerii activităților pregătitoare pentru aplicarea tratamentelor specifice de relevare a eventualelor date tip text preexistente sau urme ale unor activități neautorizate, s-a constatat faptul că suportul metalic prezenta un aspect atipic în ceea ce privește perimetrul zonei cu seria de identificare, în sensul că nu se află în același plan zonele învecinate, ci la o diferență de aproximativ 0,2mm. Ulterior, cu ajutorul instrumentarului de laborator adecvat, au fost verificate liniile marginale ale perimetrului ce conține seria și s-a constatat că acesta este constituit dintr-o bandă metalică distinctă care era aplicată pe elementul mai mare al șasiului, fiind acoperită cu o peliculă de vopsea similară celei din zonele învecinate, aceasta evidențiindu-se printr-o ușoară mobilitate în anumite puncte. Apoi prin formarea unei pârgii la unul din capete, banda metalică aplicată a fost desprinsă cu o lamelă și rulată treptat pentru a evita distrugerea, constatându-se faptul că dedesubt se afla gravată o altă serie care coincidea parțial cu seria vizibilă initial (Fig. 3).

Cel de-al doilea exemplu se referă la două autovehicule în cazul cărora, ca urmare a deteriorării în profunzime a suprafețelor nu au putut fi restabilite seriile inițiale (preexistente), însă au fost indentificate urme ale unor modificări neautorizate.

Astfel, una dintre situații se referă la modificări produse pe cale mecanică, fiind realizate cel puțin două seturi de caractere grafice ale căror trasee se intersectau, iar unele prezentau un mod de definire rudimentar (nefiind realizate printr-un procedeu profesional), după cum se poate observa în primul cadru de la Fig. 1. De asemenea, în situația următorului autovehicul suprafața pe care au fost gravate caracterele grafice ale seriei de identificare, prezenta urme ale unor modificări realizate prin efect termic cu ajutorul unui aparat de sudură în puncte, după cum se poate observa în cel de-al doilea cadru de la Fig. 1. Activitatea de tratare a fost realizată conform procedurii descrise anterior, în ultima fază a procesului fiind aplicat tratamentul chimic cu ajutorul unui tampon de vată îmbibat în

reactiv, acesta fiind dirijat prin mișcări de la stânga la dreapta și invers, pe o durată de 10-20s, activitate care a fost reluată de trei ori după pauze de 5-10min (Fig. 4).



Fig. 3. Cadre succesive care redau etape în identificarea unui procedeu de „ascundere” a seriei autentice a unui autovehicul (seria falsă diferențiindu-se de ce autentică doar în ceea ce privește ultimul grup de cifre); de asemenea caracterele grafice prezintă o serie de diferențieri la nivelul detaliilor, deși la prima vedere sunt asemănătoare celor autentice



Fig. 4. Cadre care redau exemplificativ situații în care nu s-a reușit restabilirea seriei autentice, însă au fost identificate urme ale unor modificări neautorizate la nivelul caracterelor grafice inițiale

În situația ultimului caz prezentat au fost remarcate la prima vedere, ca indicii ale unor posibile modificări aduse stării inițiale, ușoare tendințe de exfoliere a peliculei de vopsea doar în zona perimetrului în care era poansonată seria, iar pe alocuri urme specifice reacției de oxidare a aliajelor metalice. În cadrul procesului de căutare și evidențiere a

eventualelor urme provenind de la traseele grafice inițiale și pentru a reconstitui datele care au suferit modificări, a fost aplicată procedura specifică de lucru. Pe scurt, în prima etapă a fost fotografiată suprafața respectivă cu zonele adiacente, apoi a fost șlefuită zona de interes cu ajutorul unei benzi abrazive de granulație mare, iar ulterior a fost uniformizată suprafața utilizând benzi abrazive de granulație fină. După curățarea și degresarea suprafeței, a fost aplicat un tratament chimic folosind o soluție preparată conform datelor și indicațiilor din Tabelul 1 (prin tratare înțelegându-se supunerea suprafeței la acțiunea și efectele reactivului chimic). Activitatea de tratare a fost realizată cu ajutorul unui tampon de vată îmbibat în reactiv, acesta fiind dirijat prin mișcări pe orizontală, de la stânga la dreapta și invers, pe o durată de 10-20s, activitatea fiind repetată după evidențierea parțială a unor trasee grafice suplimentare, până la evidențierea completă și obținerea unui contrast satisfăcător cu fondul suportului metalic, astfel încât să fie posibilă fixarea rezultatelor prin fotografiere (Figurile 5 și 6).



Fig. 5. Imagini care redau cu factor de mărire diferit aspectul suprafeței tratate, în momente diferite ale procesului de relevare a traseelor grafice latente



Fig. 6. Detaliu cu o secvență din seria de identificare, la finalul procesului de relevare, în care se observă caractere grafice din seria falsă, dublate de caracterele autentice

După tratarea chimică s-au evidențiat caractere grafice preexistente având plasament decalat ușor inferior spre stânga față de caracterele grafice din componența seriei vizibile înainte de aplicarea reactivului (după cum se poate observa în imaginile următoare).

Concluzii

Preocuparea constantă față de problemele pe care le ridică cercetarea inscripțiilor de pe suprafețe metalice, pentru stabilirea autenticității sau a lipsei acesteia, este indispensabilă în cadrul laboratoarelor de profil, în primul rând pentru a asigura obținerea unor rezultate optime în situațiile în care este necesară clarificarea unor obiective importante pentru anumite cauze judiciare. Fiind departe de a fi epuizat în cuprinsul lucrării de față toate aspectele și detaliile (legate de tema principală) care reclamă o dezbateră profesională, în ideea perfecționării metodelor și a procedeeleor de lucru, respectiv a diseminării experienței, considerăm, de asemenea, că în special aspectele care țin de latura aplicativă a domeniului, nu pot fi transmise integral, decât prin intermediul lucrărilor practice.

Referințe bibliografice

- [1] * * *, **Tratat practic de criminalistică**, Vol. III, Oficiul Economic Central „Carpați”, Întreprinderea poligrafică „Bucureștii Noi”, București, 1980.
- [2] V. Bercheșan, M. Ruiu, **Tratat de Tehnică Criminalistică**, Ed. Little Star, București, 2004.
- [3] R. Zlatian, **Tehnologiile de Imprimare**, Ed. ADMA, Craiova, 2007.
- [4] J.H.J. Hollegie, **Basic Knowledge Document Recognition** +, Sdu Publishers, Den Haag, Nederland, 2004.
- [5] D. Sandu, **Falsul în Acte**, Ed. Dacia, București, 1977.
- [6] I. Sandu, V. Cotiuga, **Cercetarea Criminalistică a bunurilor de patrimoniu și a documentelor falsificate**, Ed. AIT Laboratory, Bucuresti, 2011.
- [7] 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, 2011.
- [8] P. Ștefănescu, **În slujba vieții și a adevărului**, vol. I-III, Ed. Medicală, București, 1984.
- [9] L. Cârjan, **Tratat de criminalistică**, Ed. Penguin Book, București, 2005.
- [10] 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.
- [11] G. Țîru, V. Lăpăduși, P.Z. Nenov, **Dicționar Român de Criminalistică** (ediție bilingvă), Tip. Triumph, București, 2013.
- [12] L. Ionescu, D. Sandu, **Identificarea Criminalistică**, Ed. Științifică, București, 1990.
- [13] E. Mihuleac, **Expertiza Judiciară**, Ed. Științifică, București, 1971.
- [14] I. Mircea, **Criminalistica**, Ed. Lumina Lex, București, 2001.

- [15] E. Stancu, **Tratat de Criminalistică**, Ed. Universul Juridic, București, 2010.
- [16] G.D. Dobrin, I. Pleșea, **Balistica Judiciară – Aspecte teoretice și practice**, A.C.R. - Tip. HG. Chimics S.R.L., București, 2018.
- [17] A. Iancu, **Manual de utilizare și proceduri de lucru – soft LUCIA Forensic**, I.G.P.R. - Institutul Național de Criminalistică, București, 2005.
- [18] I. Răducanu, **Falsificarea Mărfurilor Industriale**, Ed. ASE, București, 2002.
- [19] * * *, <https://ro.m.wikipedia.org> [accesat în 10.03.2025].

RESTAURAREA FAȚADELOR MONUMENTELOR ISTORICE, SOLUȚII INOVATIVE CU MORTAR ADITIVAT AUTOCURĂȚITOR

Petrică-Iulian FOCA¹, Ion SANDU^{1,2,3,4}, Gyorgy DEAK³,
Andrei Victor SANDU^{2,3,4,5}, Florin BRINZA⁶

¹ Universitatea Alexandru Ioan Cuza din Iași, Facultatea de Geografie și Geologie,
Școala Doctorală de Geoștiințe, Domeniul: Știința mediului, Blvd. Carol I, Nr. 11, 700506 Iasi,
Romania

² Academia Oamenilor de Știință din România, 54 Splaiul Independenței St., Sector 5,
050094 București

³ Institutul National de Cercetari pentru Protecția Mediului, 294 Splaiul Independenței,
Sector 6, 060031 Bucharest, Romania

⁴ Forumul Inventatorilor din România, Strada Sf. Petru Movila, Nr. 3, Bl. L11, III/3,
700089 Iași, România

⁵ Universitatea Tehnica Gheorghe Asachi Iasi, Facultatea de Știința și Ingineria Materialelor, Blvd.
Dumitru Mangeron, nr. 41, 700050 Iași, Romania

⁶ Universitatea Alexandru Ioan Cuza din Iași, Facultatea de Fizică, Departamentul de Biofizică și
Fizică Medicală, Blvd. Carol I, nr. 22, 700506 Iasi, Romania

Rezumat: *Lucrarea analizează impactul negativ al poluării atmosferice (SO₂, NO_x, particule în suspensie, ozon) asupra monumentelor istorice din Iași, evidențiind deteriorarea structurală și estetică a materialelor de construcție. Sunt prezentate strategii de protecție și restaurare, incluzând monitorizarea, curățarea delicată, aplicarea de straturi protectoare, consolidarea structurală, schimbarea materialelor sensibile și tehnici de restaurare specializate, subliniind importanța monitorizării și mentenanței preventive. Inovația o reprezintă mortarul aditivat autocurățitor, cu greutate redusă, izolație termică și rezistență mecanică superioară, compatibil cu materialele istorice. Mortarul conține lianți pe bază de var hidraulic natural, fileri minerali și aditivi fotocatalitici (TiO₂/ZnO), care prin fotocataliză descompun poluanții și mențin suprafața curată. Articolul detaliază compoziția, principiul*

de funcționare, avantajele tehnice și funcționale, metoda de aplicare, testarea în laborator și aplicarea experimentală, demonstrând eficiența sa în reducerea depunerilor și protejarea fațadelor. Sunt discutate aplicațiile potențiale în restaurarea monumentelor; arhitectura contemporană durabilă și mobilierul urban, evidențiind contribuția la îmbunătățirea esteticii urbane și la conservarea patrimoniului.

Cuvinte cheie: *Poluare; Materiale; Monument; Arhitectură; Finisaje de interior și de exterior; Deteriorare; Degradare; Diagnosticare; Restaurare; Prezervare; Protecție; Monitorizare; Termoizolare; Ignifugare; Hidrovobizare; Mortar cu autocurățire; Fotocataliză, TiO_2/ZnO ,*

Introducere

Importanța conservării patrimoniului construit

Patrimoniul arhitectural al unei societăți reflectă identitatea sa culturală, istorică și artistică. Monumentele istorice nu sunt doar repere vizuale sau turistice, ci adevărate mărturii ale trecutului, integrate în peisajul urban și rural. Restaurarea și întreținerea acestor structuri implică nu doar conservarea materială, ci și păstrarea valorii lor simbolice, estetice și documentare pentru generațiile viitoare.

Provocările actuale în restaurarea fațadelor monumentelor istorice

În context urban, fațadele monumentelor istorice sunt expuse unui cumul de factori de degradare: poluarea atmosferică intensificată de trafic și industrie, cicluri climatice agresive (îngheț-dezghet, radiații UV, umiditate), dar și intervenții anterioare necorespunzătoare (materiale incompatibile, tehnici invazive). Acestea duc la alterarea aspectului estetic (formarea crustelor negre, decolorări, exfolieri) și afectează integritatea structurală a fațadelor.

Impactul poluării urbane asupra monumentelor

Monitorizările recente ale calității aerului în orașul Iași, Figura 1, indică valori ridicate ale principalilor poluanți atmosferici, în special dioxid de sulf (SO_2), oxizi de azot (NO_x), pulberi în suspensie (PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$) și compuși organici volatili (COV). Acești agenți contribuie direct la procese de sulfatare, carbonatare și formare de cruste negre pe suprafețele poroase, în special pe piatră, cărămidă și tencuieli vechi, accelerând degradarea chimică și fizică a acestora.

În plus, prezența umidității atmosferice și a depunerilor de praf creează condiții favorabile pentru dezvoltarea microorganismelor (alge, ciuperci, bacterii), accentuând degradarea estetică și materială.

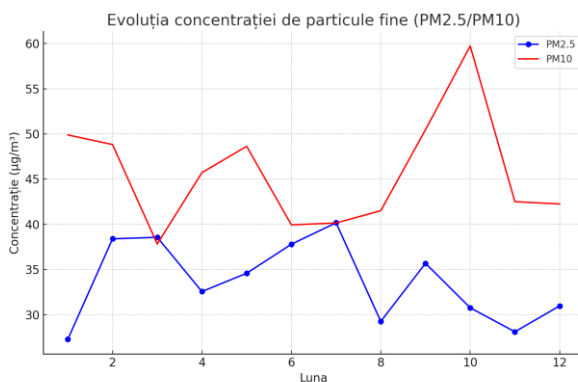


Fig. 1. Evoluția concentrației de particule fine ($\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$)

Necesitatea dezvoltării unor soluții inovatoare

În fața acestor provocări, restaurarea durabilă a fațadelor monumentelor istorice impune utilizarea unor materiale compatibile cu cele originale, dar care să ofere și protecție activă împotriva factorilor de degradare moderni. Este esențial ca aceste soluții să combine:

- *Compatibilitatea fizico-chimică cu substratul,*
- *Durabilitatea în condiții de mediu agresiv,*
- *Proprietăți de autocurățare și autoreglare,*
- *Estetică reintegrativă fără a altera patina timpului.*

Inovația propusă este mortarul aditivat autocurățitor

În acest context, prezentăm anumite aspecte/contexte tehnologice a unor procedee în curs de brevetare, ce constă într-o compoziție inovatoare de mortar aditivat cu proprietăți de autocurățare, greutate redusă, izolație termică și rezistență mecanică superioară. Această soluție este special concepută pentru restaurarea și protejarea fațadelor lor monumentelor istorice, dar care este aplicabilă și în cadrul lucrărilor de reabilitare sau consolidare a clădirilor de patrimoniu.

Obiectivele aplicării tehnologiei

Lucrarea își propune să prezinte detaliat:

- **Compoziția noului mortar și mecanismele sale de punere în operă și de acțiune;**
- **Etapele de aplicare în funcție de natura și starea de conservare a suportului;**
- **Avantajele tehnice și estetice ale noului material în contextul intervențiile de restaurare a fațadelor monumentelor;**
- **Corelarea performanței mortarului cu datele privind degradarea fațadelor expuse la poluare;**
- **O discuție despre materialele cu efect de autocurățare și aplicabilitatea acestora la monumente și alte structuri ingineresti ale imobilelor;**

Prin această abordare, se dorește să realizeze noi soluții sustenabile și inovatoare în domeniul conservării patrimoniului arhitectural.

Degradarea fațadelor monumentelor istorice prin impactul factorilor endogeni și exogeni

Mecanismele principale ale degradării fațadelor

Fațadele monumentelor istorice sunt supuse unor procese de degradare complexe, care pot fi cauzate de factori naturali, precum condițiile climatice, și de factori antropici, în special poluarea atmosferică și activitățile umane. Aceste procese afectează integritatea structurală și estetică a fațadelor, iar în multe cazuri, restaurarea acestora devine o provocare majoră, compararea gradului de depuneri pe fațade în cele 3

zone urbane cu niveluri diferite de poluare, conform diagramelor din figura 2.

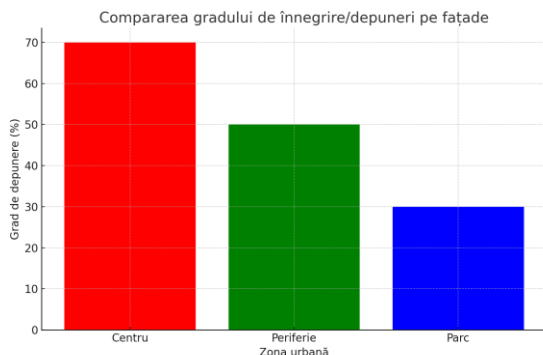


Fig. 2. Compararea gradului de depuneri pe fațade în cele 3 zone urbane cu niveluri diferite de poluare

Poluarea atmosferică și efectele sale

Poluarea atmosferică are un impact direct asupra materialelor de construcție, accelerând procesele de eroziune și schimbând structura chimică a acestora. Principalele forme de poluare care afectează fațadele monumentelor istorice includ:

- ***Depunerile de particule fine*** (PM10, PM2.5) și praf urban, care se acumulează pe suprafețele exterioare, modificând aspectul estetic și favorizând formarea crustelor.

- ***Dioxidul de sulf (SO_2) și oxizii de azot (NO_x)***, care, în prezența umidității atmosferice, duc la formarea de acizi care corodează materialele de construcție, cum ar fi piatra sau tencuiala. Acest proces, cunoscut sub numele de ***sulfatare***, provoacă fisurarea și exfolierea suprafețelor.

- ***Compușii organici volatili (COV) și ozonul*** care, pe termen lung, contribuie la îmbătrânirea prematură a materialelor de construcție prin procese de oxidație.

Efectele ciclurilor climatice dure (intens agresive)

Ciclurile climatice de ***îngheț-dezgheț***, în special în zonele cu temperaturi extrem de variabile, reprezintă un alt factor important de

degradare. Apa care pătrunde în fisurile din fațadă se transformă în gheață în timpul iernii, provocând expansiune și fisurarea materialului de construcție. Aceste mișcări mecanice repetate duc la slăbirea structurii materialului și la exfolierea stratului superior.

Tipuri de degradare observate pe fațadele monumentelor istorice

Degradarea fațadelor monumentelor istorice se manifestă în moduri variate, conform figura 3, în funcție de tipul de material folosit și expunerea la diferiți factori de mediu.

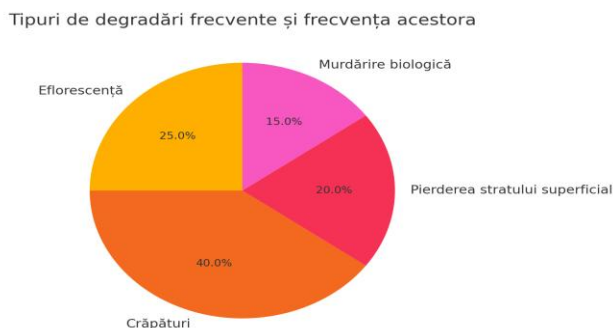


Fig. 3. Tipuri de degradări frecvente și frecvența acestora (%), pe baza studiilor de caz

Printre cele mai comune tipuri de degradare întâlnite în monumentele istorice se numără:

- ***Modificarea cromatică, craclarea, alveliorarea și exfolierea sau pierderea de material, cu realizarea de pete prin modificare a nuanței (igrasie, înegrire etc.) și de zone lacunare superficiale,*** cauzate de variațiile bruște de umiditate, de schimbările de temperatură și de poluare (chimică, microbiologică și sonică sau radiativă), dar și de factorul antropic prin utilizare neadecvată sau intervenții neautorizate de curățare-consolidare. Întrucât exfolierea constă în pierderea stratului exterior al finisajului extern sau intern, acest efect de deteriorare reduce atât durabilitatea, care alături de zonele modificate cromatic reduc mult aspectul estetic al fațadei.

- **Formarea crustelor negre**, ca rezultat al depunerii de particule de praf urban/smog și poluanți atmosferici, cum ar fi SO₂ și NO_x, care reacționează cu materialele de construcție, în special cu calcarul, formând un strat negru, ce afectează vizibilitatea detaliilor arhitecturale.
- **Degradarea microbiologică** este efectul dat de alge, mucegaiuri și fungi/ciuperci, care se dezvoltă adesea pe fațadele expuse la umiditate ridicată și lipsă de ventilație. Acestea pot provoca daune vizibile și pot accelera procesul de degradare.
- **Carbonatarea** este procesul de reacție între CO₂ și calcar sau beton, care duce la formarea de carbonat de calciu, determinând pierderea calității structurale a materialului. La fel și efectul de *sulfatare*.

Impactul efectelor de deteriorare a stării fizice și degradare a materialelor componente ale monumentelor de patrimoniu cultural

Degradarea fațadelor monumentelor istorice nu afectează doar integritatea materială, ci și valoarea culturală a acestora. Unele dintre efectele cele mai grave includ:

- **Pierderea valorii istorice și estetice:** Detaliile arhitecturale, cum ar fi ornamentele, frescele sau inscripțiile, pot fi iremediabil deteriorate, pierzându-se elemente importante ale patrimoniului cultural.
- **Compromiterea structurii clădirii:** Dacă nu sunt tratate la timp, procesele de degradare pot afecta structura internă a clădirii, punând în pericol siguranța acesteia.

Necesitatea implicării soluțiilor inovative de restaurare

În fața acestor provocări, soluțiile tradiționale de restaurare nu sunt întotdeauna suficiente. Este esențial să se utilizeze tehnologii noi, care să asigure nu doar restaurarea materialelor, ci și protecția activă a acestora împotriva poluării și a factorilor de mediu. În acest sens, **mortarul aditivat autocurățitor** propus reprezintă o soluție inovatoare care poate preveni formarea crustelor și reduce acumularea de poluanți, prelungind astfel durata de viață a fațadelor și protejând patrimoniul arhitectural.

Soluții moderne: mortarul aditivat autocurățitor – compoziție, principiu de funcționare și beneficii

Compoziția mortarului aditivat

Mortarul elaborat experimental este rezultatul unei cercetări orientate către dezvoltarea unui material compatibil cu substraturile tradiționale, dar cu performanțe îmbunătățite în medii poluate. Compoziția acestui mortar a fost optimizată pentru a îmbina caracteristicile mecanice și chimice necesare consolidării fațadelor istorice, cu funcționalitatea modernă de autocurățare (Fig. 4).

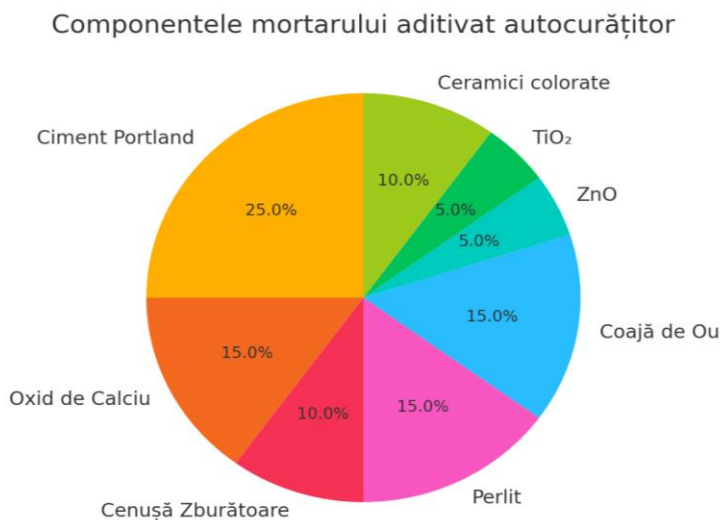


Fig. 4. Diagramă compozițională: Componentele mortarului (%)

Componentele principale includ:

- **Lianți pe bază de var hidraulic natural:** compatibili cu materialele istorice, oferă o permeabilitate bună la vapori și o aderență optimă la suporturi vechi.

- **Fileri minerali:** inertați (compatibilizați) și selectați pentru a reproduce aspectul textural al materialelor tradiționale.
- **Aditivi fotocatalitici:** oxizi metalici, în special **dioxid de titan (TiO_2)** în formă anatase și alb de zinc (ZnO), care activează procesul de fotocataliză în prezența luminii UV.
- **Agenți de îmbunătățire a lucrabilității și aderenței:** pentru o aplicare ușoară și o prindere sigură pe fațadele existente.

Principiul de funcționare: efectul fotocatalitic

Proprietățile autocurățitoare ale mortarului derivă din **fotocataliza** – un proces chimic activat de radiația ultravioletă (UV) din lumina solară, a se vedea figura 5.

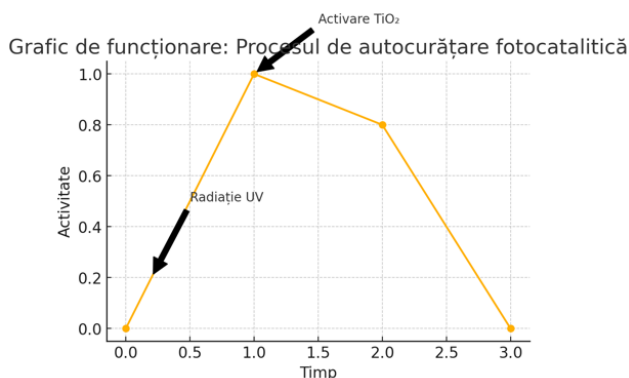


Fig. 5. Reprezentare schematică a procesului de autocurățare fotocatalitică

Dioxidul de titan, oxidul de zin și itanatul de zinc, în prezența luminii UV, acționează ca un catalizator și generează specii reactive de oxigen (radicali hidroxil – $\text{OH}\cdot$ și anioni superoxid – $\text{O}_2^{\cdot-}$), care descompun compușii organici și poluanții de pe suprafața materialului.

Acest proces are două efecte importante:

- **Descompunerea substanțelor poluante** (praf, hidrocarburi, compuși organici) în produși mai puțin nocivi (dioxid de carbon și apă).

- **Crearea unei suprafețe superhidrofile**, care permite apei de ploaie să formeze o peliculă subțire și să spele eficient murdăria de pe fațadă (efectul de “curățare naturală”).

Avantaje tehnice structurale și funcționale

Implementarea acestui tip de mortar oferă o serie de beneficii, atât din punct de vedere estetic, cât și funcțional:

- **Reducerea acumulării de praf și poluanți** pe termen lung.
- **Prevenirea formării crustelor negre** cauzate de reacțiile chimice dintre poluanți și materialele de bază.
- **Îmbunătățirea durabilității** fațadelor prin reducerea ciclurilor de întreținere.
- **Compatibilitate chimică și estetică** cu materialele istorice, esențială în restaurarea de patrimoniu.
- **Proprietăți antimicrobiene**, prevenind dezvoltarea biofilmelor de mușgai și alge.
- **Caracter ecologic**, prin reducerea necesității de curățare chimică agresivă și contribuția indirectă la purificarea aerului urban.

Metoda de aplicare și testarea în teren

Tehnologia de aplicare

Pentru a asigura eficiența maximă a mortarului aditivat autocurățitor, aplicarea sa trebuie să respecte câteva etape esențiale:

a. Pregătirea suportului

Suprafața fațadei trebuie curățată mecanic și/sau chimic (în mod blând, pentru a nu deteriora materialul original), pentru îndepărtarea crustelor, a eflorescențelor și a altor impurități. Este important ca substratul să fie **uscat, aderent și poros**, pentru a permite o bună fixare.

b. Amestecarea și omogenizarea mortarului

Componentele se amestecă omogen, într-un mixer de șantier sau în laborator, cu respectarea strictă a rețetei. Se adaugă apă treptat, până la obținerea unei consistențe plastice, ușor de întins.

c. Aplicarea propriu-zisă

Mortarul se aplică manual, cu mistria, în strat subțire sau mediu, în funcție de necesitățile fațadei. Se poate utiliza și o pensulă sau o gletieră fină pentru detaliile sculptate sau profiluri decorative.

Timpul de întărire și protecție

După aplicare, suprafața trebuie protejată de ploaie, soare direct și îngheț pentru cel puțin 24-48 de ore. Priza completă se realizează în câteva zile, în funcție de grosimea stratului și condițiile climatice.

Testarea în laborator

În faza de cercetare, mortarul a fost supus mai multor teste pentru a evalua:

- ***Rezistența mecanică*** (la compresiune și flexiune) – pentru a confirma că poate înlocui mortare tradiționale fără compromisuri structurale.
- ***Adherența la substraturi tipice*** (piatră, cărămidă veche, tencuială cu var) – esențială pentru restaurări.
- ***Permeabilitatea la vapori de apă*** – pentru a permite „respirația” zidurilor istorice.
- ***Activitatea fotocatalitică*** – testată prin degradarea compusului standard de referință (de ex., metilen albastru), în condiții controlate de expunere UV.
- ***Rezistența la cicluri de îngheț-dezgheț*** – simulând condiții climatice urbane severe.

Rezultatele au indicat un echilibru excelent între performanță mecanică și funcționalitate de suprafață, cu o rată de degradare a poluanților organici de peste 60% după 48h de expunere UV în testele standardizate.

Aplicare experimentală pe situri reale

Pentru validarea în condiții reale, mortarul va trebui aplicat experimental pe ***segmente de fațade istorice aflate în restaurare***. Pe durata unui an, se vor monitoriza:

- *Gradul de acumulare a particulelor poluante;*
- *Aspectul vizual (culoare, depuneri, mușgai);*
- *Rezistența stratului la intemperii.*

Exemplu de realizare

În continuare, exemplul de compoziție de mortar aditivat, ușor și cu multiple efecte pentru tencuială în multistrat, aplicată pe suprafețe parietale de exterior (mortar I) și respectiv, monostrat pentru suprafețe parietale de interior (mortar II) ale clădirilor vechi sau imediat la punerea în operă a celor noi și un procedeu de aplicare diferențiată a celor două mortare (I și II) obținute fie folosind compoziții pentru mortare predozate, fie prin amestecarea componentilor direct la obținerea pastelor celor două tipuri de mortare, pentru finisaje parietale exterioare și de interior, la clădiri vechi sau recent puse în operă, în vederea realizării unor tencuieli ușoare, care pe lângă protecția clădirilor prin izolare termică (conservare termofizică) și antifonare (izolare fonică), să realizeze o ignifugare eficientă (rezistența la foc) să ofere și o bună rezistență mecanică a structurilor.

În elaborarea invenției s-au folosit diferențiat materialele grupate pentru mortarul I (folosit la finisaje de exterior) și respectiv pentru mortarul II (folosit la finisaje de interior), a căror caracteristici au fost prezentate mai sus.

Pentru început se macină separat coaja de ou și praful de cretă, respectiv cea de oxid de calciu sau var stins deshidratat (cu un conținut de calce activă de minim 85%) până la finețea de 6...10% rest pe sita de 4900 ochiuri/cm².

Se omogenizează prin malaxare separat amestecul pentru mortarul I, format din pulbere fină de celuloză reciclată, granule fine de perlit expandat, ciment Portland, oxid de calciu, polifosfat de amoniu și borat de zinc (ultimele patru măcinate la o finețe de 6...10% rest pe sita de 4900 ochiuri/cm²), în raport gravimetric, ciment Portland:perlit expandat:oxid de calciu:celuloză reciclată:polifosfat de amoniu:borat de zinc = 10:6:5:4:0,84:0,16 și respectiv amestecul pentru mortar II, format din pulbere fină de ipsos, pulbere fină celuloză reciclată, pulbere fină de coajă de ou, praf de cretă, granule fine de polifosfat de amoniu și granule fine de borat de zinc (ultimele patru măcinate la o finețe de 6...10% rest pe sita de 4900 ochiuri/cm²), în raport gravimetric ipsos:celuloză reciclată:coajă de ou:praf de cretă:polifosfat de amoniu:borat de zinc = 4:3:2:1:0,21;0,04.

Cele două sisteme pulverulente în stare uscată, se amestecă separat prin malaxare timp de 20...30 minute, apoi se omogenizează prin cernere, folosind sita cu ochiuri de 0,063 mm, după care fie se încarcă în saci de hârtie căptușiți la interior cu folie de polietilenă, cu capacitatea de 5,10, 15, 20 sau 25 kg (după necesități impuse de zona de încărcare cu mortar), unde se ambalează ermetic în vederea păstrării ca material predozat, pentru a fi utilizat ulterior, la o dată preconizată, fie se obțin direct pastele apoase a celor două mortare (I și II), imediat, înainte de aplicare.

În procesul de amestecare, în vederea obținerii pastei a celor două tipuri de mortare se folosește un malaxor tip betonieră, de capacitate impusă de suprafața de încărcare pentru finisarea de la exterior, respectiv cea de la interiorul clădirii.

Pentru prima variantă când se folosește compoziția predozată pentru mortarul I, în malaxor se va dispersa gradual în apă de robinet amestecul pulverulent uscat în raport pulbere uscată: apă = 13:12 părți gravimetrice, cu o viteză de adăugare adecvată masei de material pentru tencuieala de exterior, iar pentru mortarul II, în malaxor se va dispersa gradual amestecul intim și omogen de pulberi solide uscate în apă de robinet, care conține dizolvat emulsie de aracet pentru construcții în raport gravimetric apă:aracet = 9:1, în raport gravimetric pulbere uscată:apă cu aracet = 59:41 părți, la fel, cu o viteză de adăugare adecvată masei de material pentru tencuieala de interior, pe bază de ipsos.

Pentru varianta a doua, când se obține direct pasta de material pentru finisaj de exterior înainte de operația de tencuire, pentru mortarul I, se va malaxa amestecul intim al pulberilor din compoziția aditivată, obținută într-un al doilea malaxor, în raport gravimetric, ciment Portland:perlit expandat:oxid de calciu:celuloză reciclată:polifosfat de amoniu:borat de zinc = 10:6:5:4:0,84:0,16, care în primul malaxor se va dispersa gradual în apă de robinet, amestecul pulverulent omogen, în raport pulbere uscată: apă = 13:12 părți gravimetrice, cu o viteză de adăugare adecvată masei de material pentru tencuieala de exterior, iar pentru mortarul II, în malaxor se va dispersa gradual în apă de robinet, care conține dizolvat aracet pentru construcții în raport gravimetric apă:aracet = 9:1, a doua compoziție intimă pe bază de ipsos (ipsos:celuloză reciclată:coajă de ou:praf de cretă:polifosfat de amoniu:borat de zinc =

4:3:2:1:0,21;0,04), care la fel se dispersează gradual în raport gravimetric pulbere uscată:apă/aracet = 59:41 părți, cu o viteză de adăugare adecvată masei de material pentru tencuieala de interior.

Pastele celor două mortare (I și II), oricare ar fi perioada de realizare a tencuielii (ca pastă, imediat la punerea în operă sau ca compoziție predozată, după un timp preconizat) se aplică în mod diferit, după cum urmează: pentru *suprafețele parietale externe* sub formă de tencuială multistrat peste o tencuială clasică subțire de netezire/nivelare a zidăriei se fixează cu mortar I plasa din fibră de sticlă pentru armare, pe o suprafață de lucru preconizată a fi pusă în operă, în funcție de timpul de priză al pastei de mortar I, peste care, după întărirea sistemului de armare, se aplică într-un strat de grosime suportabilă ca încărcare cu materialul depus, ca să nu facă “burți”, iar în funcție de grosimea zidului și condițiile climatice ale mediului extern se aplică, după întărirea tencuielii realizate anterior, două sau mai multe astfel de straturi, neapărat de fiecare dată folosind o plasă din fibră de sticlă, cu rol de armare, iar pentru *suprafețele parietale de interior*, după o sclivisire în strat subțire a zidăriei cu al doilea tip de mortar (II), cu rol de netezire, care este întărit, se va aplica prin gletuire cu mortar II plasa din fibră de sticlă pentru armare, apoi se tencuiește cu un strat de mortar II, în grosime preconizată să nu formeze “burți”, după care acesta se finisează (netezește) manual sau mecanic, în final, după uscare și maturare prin hidratare și respectiv carbonatare ambele tencuieli (de exterior și de interior), fie sunt văruite clasic cu unul sau două pelicule de dispersie fină de lapte de var, fie se aplică o peliculă permiabilă de culoare pe bază de apă, care va asigura cromatică dorită. Aceste structuri pe lângă îmbunătățirea permeabilității și aderenței la suport, oferă o bună rezistență la atacul micotic, o mărire a durabilității tencuielilor și o ajustare a lucrabilității în zona de intervenție, iar prin controlul conținutului de apă, o îmbunătățire a cineticii de hidratare a mortarului și o respirație optimă a zidului, care evită formarea igrasiei.

Contribuțiile cu grad de noutate

Noul procedeu aduce o serie de revendicări cu grad de noutate, după cum urmează:

- integrează din punct de vedere economic o nouă compoziție pentru materialele cu efect multiplu de izolare termică, ignifugare și antifonare;
- s-au selectat prin studii de compatibilizare și de sinergie, în corelație cu caracteristicilor fizico-structurale, chimice și reologice materialele convenționale sau neconvenționale care permit formularea compozițională a pastelor pentru mortarele folosite în domeniul construcțiilor atât la finisajele de exterior, cât și cele de interior;
- în activitatea de cercetare au fost testate inițial caracteristicile unui spectru mare de materiale pentru compozițiile cu efecte multiple integrate: de protecție termofizică, antifonare și ignifugare, inclusiv cele cu rol de liere prin hidratare sau carbonatare și care să ofere ușurință de utilizare și rezistență mecanică adecvată, când s-a evaluat greutatea specifică și s-a pus în evidență proprietățile termice ale materialelor luate în studiu, în vederea creșterii eficienței termice prin minimizarea la nivelul produsului finit a procentului cu conductivitate termică mare și respectiv a celor de absorbție acustică care permit o izolare fonică eficientă.
- au fost selectate prin teste specifice atât materii prime, cât și diverși lianți minerali sau hidraulici (ciment Portland, oxid de calciu și ipsos) și organici (aracet pentru construcții), compatibili și cu efect sinergic, diferențiate prin rețetă/compoziție, greutatea specifică, duritate, conductivitate termică, absorbție acustică, permisivitate la vaporii de apă, aer și alte gaze, fiind de fiecare dată selectat domeniul optim al acestora, în vederea obținerii unui material termoizolator, fonoabsorbant, ignifugant, insecto-fungicizant eficient.

De exemplu, domeniul optim al greutatea specifică este în intervalul $25 - 33 \text{ kg/m}^3$, conform standardelor europene și internaționale (EU GPP – report for the European Commission – DG Environment, 2010; Korea Ecolabel; Taiwan GreenMark) prin care se pot clasifica ca materiale termoizolatoare, antiacustice și hidrofobizante sau care pot avea în timp tasări semnificative din cauza densităților reduse și/sau pierderi de material din matricea 3D obținută prin degradare. O atenție deosebită s-a acordat optimizării compoziționale a acestor efecte, evidențiind relația dintre greutatea specifică, conductivitatea termică și prețul produsului obținut.

În figura 6 se prezintă studiul de corelație dintre greutatea specifică, conductivitatea termică și prețul celulozei recirculate.

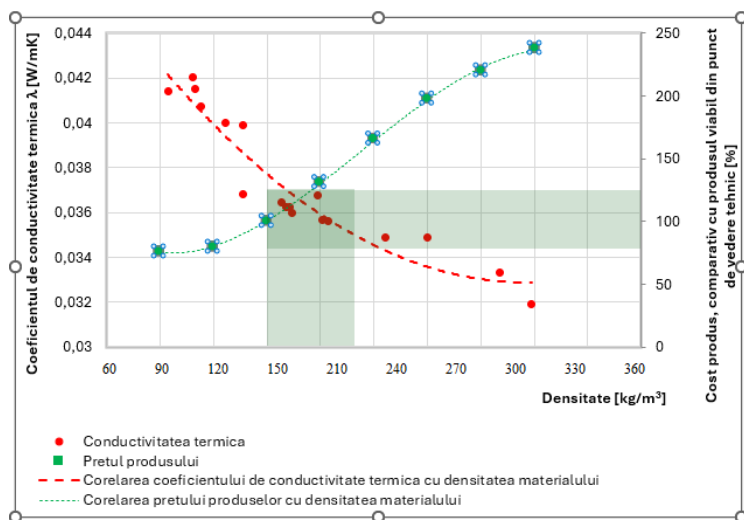


Fig. 6. Optimizarea produsului termoizolator din celuloză recirculată

Zona optimă este caracterizată de o pantă mai redusă a curbei $\lambda_{10,uscăt} = f(\rho_{material})$ și de valori apropiate ale conductivității termice a celulozei recirculate, ceea ce atestă constanța celulozei în acest domeniu de greutate specifică și va asigura ulterior o repetabilitate consistentă în producție, prin simpla verificare a densității (o activitate care necesită investiții și timp mult mai mic comparativ cu determinarea conductivității termice).

Depășind intervalul optim, pentru greutăți specifice cuprins între 150 și 220 kg/m³ se poate observa că la o creștere suplimentară a densității materialului conduce la modificarea nesemnificativă a coeficientului de conductivitate termică, curba de corelare tinzând asimptotic la abscisă. Simultan, prețul produsului (curba de corelare colorată cu verde) are o creștere semnificativă în contextul sporirii greutății specifice, din cauza utilizării unei cantități mai mari de materie primă. Aceasta afectează

utilizatorul produselor, deoarece creșterea investiției nu poate fi justificată prin îmbunătățirea minoră a caracteristicilor termotehnice.

Suporturile celulozice neconvenționale se realizează din maculatură reciclată a căror caracteristici specifice și distincte, sunt în sine cunoscute și reprezintă o resursă naturală bine definită.

Indiferent de varianta compozițională de amestec, celuloza recirculată din structurile neconvenționale pentru finisaje de exterior sau de interior ale clădirilor vechi și la punerea în operă a celor noi, nu trebuie să depășească 40%.

Celuloza recirculată din maculatură este folosită, în compoziție unică, la realizarea de elemente arhitecturale cu funcționalități predefinite, pentru finisaje externe și interne, cu rol de izolare fonică și stare de bine prin confort psihosenzorial.

O caracteristica inovativă a utilizării celulozei recirculate la finisaje de interior este legată de capacitatea de preluare a nivelurilor ridicate de umiditate și substanțe chimice (spre exemplu, oxid și dioxid de carbon, hidrogen sulfurat, oxizi de sulf și de azot, formaldehidă), produsul constituind un buffer care permite diminuarea variațiilor cauzate de degajări bruște de noxe.

Suplimentar față de avantajele economice ale utilizării celulozei recirculate o constituite reducerea poluării cauzate de aruncarea sau incinerarea produsului cu calitate slabă și crearea de noi locuri de muncă, utilizarea celulozei ca material ce permite micșorarea greutateii specifice prezintă aspecte pozitive ca resursă durabilă pentru industria construcțiilor și amenajărilor interioare

În literatura de specialitate, la descrierea tehnologiei de obținere a structurilor ușoare pe bază de celuloză lipsesc detalii ale specificațiilor tehnice, de flux tehnologic și altele, care au fost bine precizate în prezenta invenție.

Astfel, funcție de proveniența celulozei recirculate se adoptă fiecare operație în parte și mai mult, se prezintă succesiunea lor, în cadrul unei linii tehnologice de fabricare a produselor finite. Astfel, se asigură un optim al punctelor de acțiune asupra celulozei recirculate luată individual, dar și în ansamblu.

Problema tehnică rezolvată este amestecarea celulozei recirculate cu alte inserții de bază (perlită expandată, oxid de calciu, coajă de ou, praf de cretă etc) cu lianții hidraulici (ciment Portland, oxid de calciu și ipsos) în raport optim care să permită o bună stabilitate în timp a structurii 3D, mai ales în situațiile în care structura este folosită, în utilizare, ca suprafața de sprijin, la care una din laturi este grosimea structurii neconvenționale.

O altă problema tehnică rezolvată de celuloza reciclată este că volumul de aer păstrat între fibrele structurii se va menține în timp, astfel că cerințele de izolare termică, acustică se vor păstra pe toată durata de utilizare; structura astfel obținută nu necesită lipirea unor benzi celulozice adezive pe conturul grosimii, după fabricare - depozitare și până la utilizare, depuse sub pretextul protecției la infestare cu microorganisme. Depunerea benzilor adezive, până în momentul folosirii ca strat de căptușeală, în soluțiile prezentate în brevete anterioare analizate critic aveau rolul de păstrare a compactității structurii, prin eliminarea pierderilor de fibră prin aplicarea unor scuturări prin trântire/cădere și mânuiri succesive, sau doar prin alunecarea fibrelor unele față de altele.

Procesul revendicat are următorii pași:

- cântărirea și dozarea cantităților de materiale;
- amestecarea intimă;
- aditivarea compoziției cu efect antistatic, antimicrobian și împotriva insectelor și acarienilor;
- obținerea pastelor de mortar;
- aplicarea tencuielilor monostrat și sub formă de straturi multiple armate și aderente la suportul realizat anterior, fără văruirea sau vopsirea policromă a suprafețelor parietale.

Rezultatele urmărite sunt următoarele:

- menținerea unui *aspect curat* și uniform;
- *absența dezvoltării biologice* pe zonele tratate;
- *aderarea fermă* a mortarului fără fisuri sau exfolieri.

Aplicații potențiale și extinderea utilizării

Datorită proprietăților sale multifuncționale – de protecție, conservare și autoîntreținere – mortarul aditivat cu materiale fotocatalitice prezintă ***un potențial mare de utilizare*** în domeniul restaurării și al construcțiilor durabile.

Restaurarea fațadelor istorice

Principala destinație vizată este reabilitarea fațadelor monumentelor istorice afectate, situate în zonele metropolitane sufocate de smogul generat de trafic și de emisiile centralelor termice rezidențiale. Caracterul său compatibil cu materialele tradiționale (var, nisip, piatră) îl face ideal pentru:

- restaurarea clădirilor de patrimoniu aflate în zone centrale ale orașelor poluate;
- intervenții pe elemente decorative sculptate sau stucaturi expuse la intemperii;
- reconstrucția fațadelor degradate, cu cerințe stricte de compatibilitate și reversibilitate.

Arhitectură contemporană durabilă

În afara zonei patrimoniului, materialul poate fi utilizat și în *arhitectura modernă*, acolo unde se dorește:

- *reducerea costurilor de întreținere* ale clădirilor (prin autocurățare);
- *integrarea principiilor de construcție verde*, în conformitate cu standarde precum BREEAM sau LEED;
- *ameliorarea microclimatului urban*, prin reducerea acumulării de poluanți pe suprafețele verticale expuse.

Mobilier urban și elemente decorative

Extinderea utilizării include și aplicarea pe:

- fântâni arteziene, statui sau basoreliefuri;
- ziduri de sprijin sau garduri de incintă;
- mobilier urban (bănci, jardiniere, panouri decorative) expus la trafic intens sau în zone industriale.

Avantaje în context urban

Utilizarea acestui mortar aditivat în orașe contribuie la:

- îmbunătățirea esteticii spațiului public;
- prelungirea duratei de viață a restaurărilor, prin protecția fațadelor împotriva depunerilor;
- reducerea intervențiilor de întreținere și a costurilor asociate;
- promovarea inovației sustenabile în protejarea patrimoniului construit.

Concluzii

Lucrarea prezintă dezvoltarea unui mortar aditivat cu proprietăți de autocurățare, destinat protejării și restaurării fațadelor afectate de poluarea urbană. Produsul este realizat pe bază de liant compatibil cu structurile istorice și îmbunătățit cu aditivi fotocatalitici, care contribuie la menținerea esteticii și la reducerea depunerilor de murdărie. Materialul vizează în special intervențiile de conservare a patrimoniului construit, dar are potențial de aplicare și în arhitectura urbană contemporană. Următoarele etape ale cercetării includ testarea în condiții reale și adaptarea compoziției pentru diverse tipuri de suport, cu scopul extinderii utilizării la scară largă.

Referințe bibliografice

- [1] J. Zonghao, X. Yifa, H. Zhaorui, T. Cheng, S. Fei, J. Ziping, D. Ming, W. Lei, *Building composite heat preservation and sound insulation*

- material and preparation method thereof*, **Patent CN117327385-A/2024.**
- [2] S. Vincent; P. Guillaume, *Insulating Material Comprising Thermoplastic Fibres, Glass Fibres and a Coupling Agent*, **Patent AU2023213129-A1/2024.**
- [3] N. Uwe, G. Matthias, G.-K. Bettina, L. Björn, N. Maria, B. Ulrich, L. Bob Tse Weng, B. Craig, *Thermal Insulating Composition Based on Fumed Silica Granulates, Processes for Its Preparation and Uses Thereof*, **Patent MX2021000623-A/2021.**
- [4]. G. Gabriele, K. Vanessa, G.-K. Bettina, L. Alexander, *Silica-Based Thermal Insulation Moulded Body*, **Patent US2023110025 (A1) — 2023.**
- [5] R. Burlefinger, *Building insulation material*, **Patent DE4424328-A1/1996.**
- [6] M. Jiaji, Z. Yahua, Z. Yanhong, L. Weiwei, W. Lili, C. Yongcheng, *Building external wall thermal insulation material and preparation method thereof*, **Patent CN117820713-A/2024.**
- [7] G. Jian, *Building Thermal Insulation Mortar Material Using Vanadium-Titanium Magnet Tailings as Raw Materials, Preparation Method and Application Thereof* **Patent LU506067-B1/2024.**
- [8] G. Xiangsheng, G. Yu, G. Weiyan, G. Hengchuang, *Building thermal insulation material and preparation method thereof*, **Patent CN117820777-A/2024.**
- [9] L. Tian, *Thermal insulation building material*, **Patent CN220666676-U/2024.**
- [10] H. Fengmei, H. Runqiang, *Novel building thermal insulation material*, **Patent CN117363137-A/2024.**
- [11] C. Cheng, L. Xingzhen, *Thermal Insulation and Flame Retardant Building Material and Preparation Method Thereof*, **Patent ZA202306071-B/2023.**

- [12] H. Mengyou, *Building thermal insulation material and preparation method thereof*, **Patent CN116444233-A/2023**.
- [13] Y. Xuechun, S. Pan, Y. Bao, T. Yong, Z. Zikuo, J. Guokui, Z. Zehao, Z. Bohan, L. Jiaxiang, H. Ling, C. Hsiao-Fan, *Building thermal insulation material and preparation method thereof*, **Patent CN116715935-A/2023**.
- [14] O. Tobias, K. Pi Fabrin, M. Gunnar Agerskov, L. Kirsten, M. Henning Johansen, M. Morten Gyldendal, *Zostera Marina Fiber Object with Improved Acoustic and Thermal Properties*, **Patent CA3215148-A1/2022**.
- [15] M. Wouter Hermanus Joseph, *Method and System for Manufacturing Cellulose-Based Insulation*, **Patent WO2024100087-A1/2024**.
- [16] C.F. Bulacu, A. Enciu, A. Oprea, A. Dorogan, C.P. Ghițuleasa, E. Carpuș, V. Meîța, C. Petcu, V. Vasile, M.C. Zaharia, *Unconventional Textile Material Based on Wool From Romanian Breeds for Insulating Constructions and Process For Producing the Same*, **Patent RO133841-B1/2022**.
- [17] A. Moanta, C.R. Fierascu, I. Petre, et al., *Mortar composition used for protecting historical buildings and/or monuments, comprises Portland cement, river sand, and hydroxyapatite-type antimicrobial agent, in which calcium is partially replaced with silver, and has preset density*, **Brevet RO133614-A2/2019**.
- [18] I. Mohanu, D. Mohanu, M. Georgescu, et al., *Mortar for Treatment of Gaps Within Plastering and Support of Mural Paintings in Historical Monument*, **Brevet RO128208-B1/2013**.
- [19] I. Mohanu, D. Mohanu, I. Gomoiu, et al., *Mortar for Treatment of Gaps Within Plastering and Support of Mural Paintings in Historical Monuments*, **Brevet RO128207-B1/2013**.
- [20] H. Yang, Y. Che, *Patching material for use in repairing historical monuments, comprises sticky rice, lime, brown granulated sugar, fine*

aggregate, complex mineral admixture, reinforcing agent and mineral pigment, Patent CN104119055-B/2015.

- [21] I. Azkarate Mendibe, J.M. Dominguez Montalban, J.A. Ibanez Gomez, et al., *Lime mortar for restoration of historical artistic patrimony, comprises dry solid composition and water, where solid composition has sand limestone, hydrate lime, natural zeolites and additives, Patent ES2304872-B1/2008.*
- [22] Consejo Superior Investigaciones Cientif, *Lime mortar for use in buildings and historical monuments-contains slaked lime, scrap and copper salts plus sand and volcanic ash, Patent ES2097697-B1/1997.*
- [23] G. Klimburg, *Mortar – Contg expanded perlite, white cement, air-entraining-agents and opt cellulose derivs, Patent FR2173293-A1/1973.*
- [24] J. Yang, *Interior wall perlite heat-insulating decorating plate for buildings and manufacturing method thereof, Patent CN105113743-A/2015.*
- [25] Q. Wang, Y. Guo, *Modified Expanded perlite thermal – insulation mortar and preparation method thereof, Patent CN108863233-A/2018.*
- [26] M. Maier, *Mortar pump for pumping aerosol and perlite – based insulation plaster, Patent EP2886868-A1/2015.*
- [27] Q. Wang, Y. Guo, *Expanded perlite thermal – insulation mortar and preparation method thereof, Patent CN108911630-A/2018.*
- [28] J. Yang, *Interior wall perlite heat-insulating decorating plate for buildings and manufacturing method thereof, Patent CN105113743-A/2015.*
- [29] Q. Wang, Y. Guo, *Modified Expanded perlite thermal – insulation mortar and preparation method thereof, Patent CN108863233-A/2018.*

- [30] M. Maier, *Mortar pump for pumping aerosol and perlite – based insulation plaster*, **Patent EP2886868-A1/2015.**
- [31] Q. Wang, Y. Guo, *Expanded perlite thermal – insulation mortar and preparation method thereof*, **Patent CN108911630-A/2018.**
- [32] J. Yang, *Interior wall perlite heat-insulating decorating plate for buildings and manufacturing method thereof*, **Patent CN105113743-A/2015.**
- [33] Q. Wang, Y. Guo, *Modified Expanded perlite thermal – insulation mortar and preparation method thereof*, **Patent CN108863233-A/2018.**
- [34] M. Maier, *Mortar for pumping aerosol and perlite – based insulation plaster*, **Patent EP2886868-A1/2015.**
- [35] Q. Wang, Y. Guo, *Expanded perlite thermal – insulation mortar and preparation method thereof*, **Patent CN108911630-A/2018.**
- [36] I. Sandu, G. Deak, I.C.A. Sandu, M.-A. Moncea, I.G. Sandu, F.D. Dumitru, A.V. Sandu, M. Matei, S. Panaite, M.G. Boboc, *Compoziție de mortar aditivat pentru finisaje ale monumentelor vechi și procedeu de obținere și de aplicare*, **Patent RO135116-B1/2022.**

SEPARAREA PRIN ELECTRODEPUNERE A COMPONENTELOR UTILE DIN STERIL MINIER DE FLOTAȚIE

Dumitru BULGARIU^{1,3}, Roxana BĂLTEANU¹,
Laura BULGARIU²

¹Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, Facultatea de Geografie și Geologie, Departamentul de Geologie, B-dul Copou, nr. 20A, 700505, Iași, România; e-mail: dbulgariu@yahoo.com

²Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași, Facultatea de Inginerie Chimică și Protecția Mediului „Cristofor Simionescu”, B-dul D. Mangeron, nr.71, 700050, Iași, România; e-mail: lbulq@ch.tuiasi.ro

³Academia Română, Filiala din Iași, Centrul de Cercetări Geografice, strada Teodor Codrescu, nr. 2, 700481, Iași, România

Abstract. La nivel mondial, în perioada 2010-2024 producția de metale din procesarea „resurselor secundare” a crescut cu cca. 47% (valoare medie la nivel mondial pentru producția totală de metale de uz industrial: Fe, Co, Cu, Ni, Zn, Cr, Mn, Ti, V, Mo, Zr, W, Al, Sn, Pb). În acest context au fost dezvoltate diferite metode de separare și valorificare a componentelor utile (metale și nemetale) din diferite categorii de resurse secundare (steril minier de flotație, diferite deșeuri industriale și menajere etc.) în condiții ecologice. Concordant cu aceste tendințe, studiile realizate de noi au avut ca obiectiv dezvoltarea unui procedeu de separare recuperativă a unor metale (Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Pb) din steril minier de flotație prin electrodepunere cu celule fotoelectrice. Pe baza datelor experimentale au fost stabilite condițiile optime de lucru pentru realizarea unor separări cu randamente acceptabile, precum și limitele de aplicabilitate ale procedurii pentru recuperarea componentelor utile (metale și nemetale) din steril minier de flotație. Rezultate obținute au arătat faptul că procedeul de separare recuperativă testat satisface în bună măsură condițiile de optim economic și ecologic (în raport cu

metalele vizate), având în același timp și un bun potențial de a fi dezvoltată în vederea aplicării în practica industrială.

Cuvinte cheie: *electrodepunere; metale strategice; resurse secundare; steril minier de flotație; separare recuperativă*

Introducere

În ultimii 10–15 ani, pe fondul acutizării crizei de materii prime și a creșterii progresive a cererii de metale și nemetale în aproape toate domeniile economice [1–4], ca o consecință indirectă a mutațiilor geopolitice globale, dar mai ales regionale [5, 6], precum și a măsurilor imperative de protecție și geostionare durabilă a mediului, a crescut semnificativ interesul pentru dezvoltarea metodelor de separare aplicabile la recuperarea componentelor utile (metale și nemetale) din variate „resurse secundare” [7, 8]. În perioada 2010–2024, producția totală de metale de uz industrial (Fe, Co, Cu, Ni, Zn, Cr, Mn, Ti, V, Mo, Zr, W, Al, Sn, Pb) din procesarea „resurselor secundare” a crescut în medie cu 47% [4–6]. În cea mai mare parte, această creștere se bazează însă pe tehnologii „tradiționale” (cu eventuale îmbunătățiri) de reciclare a metalelor și mai puțin pe implementarea în practică a unor tehnologii inovative de exploatare a „resurselor secundare” [7, 9, 10]. Exemplele pozitive de implementare în practică a unor noi tehnologii de valorificare avansată a resurselor secundare sunt foarte puține, acestea având o influență semnificativă asupra cercetării științifice, însă un impact nesemnificativ în plan economic chiar în contextul necesității gestionării durabile a resurselor și mediului [1, 3, 7].

Conceptul de „resurse secundare” nu este încă riguros definit și nu există un punct de vedere unitar în ceea ce privește tipologia „resurselor” pe care le include (ceea ce creează o serie de confuzii în rândul cercetătorilor) [3, 4, 6, 7]. Conform accepțiunilor promovate în numeroase studii și acte normative, termenul de „resurse secundare” include o diversitate relativ largă de materiale potențial valorificabile economic: (i) zăcăminte de minereuri sărace (din care componentele utile nu pot fi valorificate economic cu tehnologiile uzuale, datorită conținuturilor relativ mici de componente utile, precum și complexității asociațiilor minerale și

paragenezelor mineralizațiilor) [3, 7, 11–13]; **(ii)** o serie de depozite aluvionare (potențial exploatabile pentru valorificarea unor metale prețioase sau industriale) [3, 6, 7]; **(iii)** ape reziduale din diferite zăcăminte (cum este cazul apelor din zăcămintele de hidrocarburi și sare – potențial utilizabile pentru valorificarea Li, Rb, Cs și a unor pământuri rare [7, 10–14]; **(iv)** steril minier, în special sterilul de flotație din iazurile de decantare (materiale care se pretează la o valorificare mai complexă a unei game variate de metale și nemetale de interes industrial) [7, 13, 15–17]; **(v)** deșeuri industriale (cenușa de la termocentrale pe bază de cărbuni, deșeurile din industria metalurgică sau din industria nemetalelor ș.a.) și menajere [7, 9, 18–20].

În literatura de specialitate sunt descrise numeroase procedee de separare a metalelor și nemetalelor din diferite tipuri de materiale, însă multe dintre acestea au perspective slabe de aplicare în practică. În general, aceste metode nu sunt suficient de bine studiate nici chiar la scară de laborator, de multe ori reprezintă doar un segment dintr-un flux tehnologic, vizează o tipologie extrem de redusă (quasi-punctuală) de resurse secundare sau elemente chimice și, chiar în condițiile obținerii unor randamente de separare acceptabile, costurile aferente implementării în practică sunt relativ ridicate [7, 14, 19, 20]. În plus, o bună parte dintre aceste metode nu sunt tocmai ecologice și prietenoase cu mediul [9, 17].

Concordant cu aspectele subliniate anterior, studiile noastre au vizat dezvoltarea unui procedeu de separare prin electrodepunere a unor metale de importanță industrială (Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Pb) din steril minier de flotație, în contextul elaborării unei metodologii potențial aplicabilă în practică. Pe baza datelor experimentale au fost stabilite condițiile optime de lucru pentru realizarea unor separări cu randamente acceptabile, precum și limitele de aplicabilitate ale procedurii de separare. Coroborând datele proprii [21] cu cele existente în literatura de specialitate [7, 9, 14, 22], s-a realizat analiza pretabilității și fezabilității procedurii de separare prin electrodepunere în cadrul unei metodologii de separare și valorificare avansată a metalelor din steril minier de flotație. Rezultatele au arătat că procedeul de separare testat satisface într-o măsură acceptabilă condițiile de optim economic și ecologic, având un potențial aplicativ bun pentru separarea metalelor. Opțiunea noastră pentru valorificarea sterilului minier

de flotație este justificată de faptul că România deține cantități importante de astfel de resurse. Într-o estimare relativă, nu neapărat însă și realistă, volumul de steril minier de flotație din iazurile de decantare din România este de cca. 340,43 milioane m^3 [3, 12, 23].

Materiale și metode

a. Sterilul minier de flotație. Pentru realizarea studiilor a fost utilizat steril minier de flotație din iazul de decantare Dealul Negru, zona minieră Fundu Moldovei, Carpații Orientali (Fig. 1a). Sterilul minier din această zonă provine din zăcămintul de sulfuri polimetalice, asociat Litogrupului de Tulgheș, exploatat până în anul 2004 [12].

Sterilul de flotație se prezintă ca un material friabil cu aspect heterogen (Fig. 1b), foarte slab cimentat, cu granulometrie fină (fracțiunile granulometrice $< 0,250 \text{ mm}$ au o pondere de cca. 88,35%) și compoziție chimico-mineralogică foarte complexă. Liantul este constituit din sulfați (subordonat sulfuri și sulf elementar), oxizi și oxihidroxizi de fier și minerale argiloase (cu granulație $< 0,045 \text{ mm}$) [21].

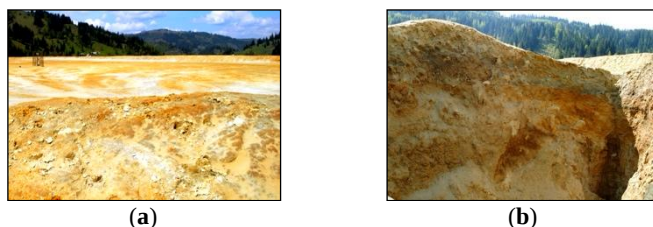


Fig. 1. (a) Iazul de decantare Dealul Negru – partea superioară. (b) Aspectul macroscopic a sterilului de flotație în forma brută

În compoziția chimico-mineralogică a sterilului de flotație predominante cantitativ sunt mineralele constitutive ale șisturilor cuarțito-sericitoase și cuarțito-cloritoase (caracteristice Litogrupului de Tulgheș) care cantonează zăcămintul de sulfuri polimetalice [12, 21]. Mineralele principale și accesorii din compoziția sterilului de flotație sunt: cuarț, chamosit, muscovit-illit și subordonat pirită, albit, caolinit, ankerit ș.a. (Fig. 2). Ca mineralele urmă apar jarozit, talc, gips, calcit, hematit,

stilpnomelan, dolomit, microclin, rectorit și anataz. Principalele caracteristici fizico-chimice ale sterilului de flotație sunt prezentate în tabelul 1.

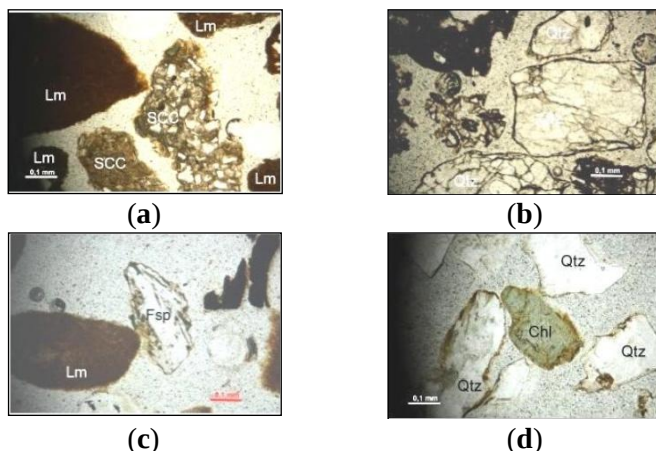


Fig. 2. (a) Șist cuarțito-sericitos (N II). (b) Cuarț (N II). (c) Felspat (N II). (d) Clorit (N II). *Notații:* SCC – șist cuarțito-sericitos; Lm – limonit; Chl – clorit; Qtz – cuarț; Fsp – feldspat

Tabelul 1. Caracteristicile fizico-chimice ale sterilului de flotație utilizat la realizarea studiilor experimentale [21]

pH (în suspensie apoasă; 1 : 2,5)	3,12
E_h (în suspensie apoasă; 1 : 2,5); Volți	0,503
CTSS; mg / 100 g	1002,74
$[SO_4^{2-}]_{aq}$; mg / 100 g*	834,48
TOM; %	0,03
Elemente chimice vizate; $\mu\text{g/g}$	Cr (97); Mn (744); Co (81); Ni (53); Cu (908); Zn (351) Pb (935)
Alte elemente chimice (< 5 $\mu\text{g/g}$)	S, Fe, Ti, Sn, Bi, As, Ag, In, Ga, Sb, V, Cd, Te, Ge ș.a.

CTSS – conținutul total de săruri solubile. *Reprezintă 82,33% din CTSS.

TOM – conținutul total de materie organică

Probele de steril brut au fost uscate la temperatura camerei și apoi la etuvă (105°C, atmosferă normală, 8 ore), iar după uscare au fost dispesate și omogenizate în mojar din sticlă nerodat. Ulterior probele au fost trecute prin separatorul magnetic izodinamic, fracțiunile feromagnetice fiind colectate și analizate separat.

Fracțiunile diamagnetice rezultate prin fracționarea magnetică a serilului de flotație au fost utilizate pentru testarea procedului de separare prin electrodepunere (Fig. 3). Cantități bine determinate din acest material au fost tratate cu HNO_3 conc. (6 ore, temperatura camerei; raport de amestecare steril : HNO_3 de 2,5 : 1), apoi cu HClO_4 conc. (4 ore, 150°C; raport de amestecare steril : HClO_4 de 5 : 1). Acest tratament are rolul de a mobiliza metalele din mineralele constitutive ale sterilului. Pentru cazul sterilului utilizat de noi, tratamentul chimic aplicat permite realizarea solubilizării metalelor (trecerea lor în soluție apoasă) în proporție de cca. 99,5% [21].

b. Separarea prin electrodepunere. Instalația utilizată la separarea prin electrodepunere (figura 3) este formată dintr-un ansamblu de fotocelule cu funcționare în tandem – un grup de fotocelule furnizează curent în celula de electroliză pe timp de zi, iar celălalt grup de fotocelule stochează curent în acumulatori (asigurând funcționarea celulei de electroliză pe timp de noapte). Trecerea alimentării celulei de electroliză de la un grup de fotocelule la altul se realizează prin intermediul unor comutatoare electronice conectate la un timer. Electrozii sunt plasați în vasul de electroliză și conectați la fotocelule prin intermediul unui multimetru (pentru măsurarea tensiunii și intensității curentului de alimentare a electrozilor). În celula de electroliză este montat un senzor pentru măsurarea pH-lui, potențialului redox (E_h) și a temperaturii.

Fotocelulele utilizate sunt de tip BLD20-36P (Si-Ge) și pot genera un curent de maxim 8,5 Amperi și 17,5 Volți. Pentru realizarea separărilor s-au utilizat cupluri de electrozi de formă cilindrică ($L = 10$ cm; $\Phi = 5$ mm; suprafața utilă: 1962,50mm²): (i) anod – grafit electrolitic (spectral pur); (ii) catod – alamă. Conexiunile dintre componentele active ale instalației de lucru au fost realizate cu fire de cupru de 0,5mm. Tratamentul chimic s-

a realizat direct în vasul de electroliză, faza solidă reziduală neinfluențând procesul de electrodepunere.

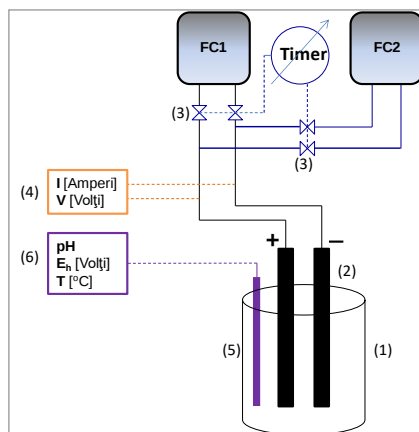


Fig. 3. Schema de principiu a instalației de separare prin electrodepunere: FC–celule fotoelectrice; (1) celula de electroliză; (2) electrozi; (3) comutatoare; (4) multimetru; (5) senzor combinat de pH, E_h (potențial redox) și T; (6) dispozitiv de măsurare automată a pH-lui, E_h -lui și temperaturii

Timpul de lucru, pentru obținerea unor randamente de bune de separare (tabelul 2), a fost de 6–8 ore, la un curent de alimentare a electrozilor de 13,85–16,90 Volți și 6,53–8,04 Amperi (densitatea de curent cca. 0,07 Amperi/mm). Pentru realizarea electrodepunerilor s-au utilizat volume de 100mL de soluție apoasă cu pH = 2,77, obținute prin tratarea a cca. 50g de steril de flotație cu HNO_3 conc. și HClO_4 conc. (Fig. 4).

În figura 4 este prezentată metodologia de lucru proiectată în perspectiva testării procedului de separare prin electrodepunere la scară micropilot. Fazele solide (compuse predominant din silice, cristalină și amorfă), rămase după tratarea chimică a sterilului de flotație, pot fi utilizate pentru obținerea unor materiale de construcție sau, după o eventuală spălare, pot fi rehaldate și amenajate în vederea ecologizării. Depunerile

anodice și catodice pot fi supuse unor procedee specifice de fracționare și rafinare avansată a metalelor separate prin electrodepunere.

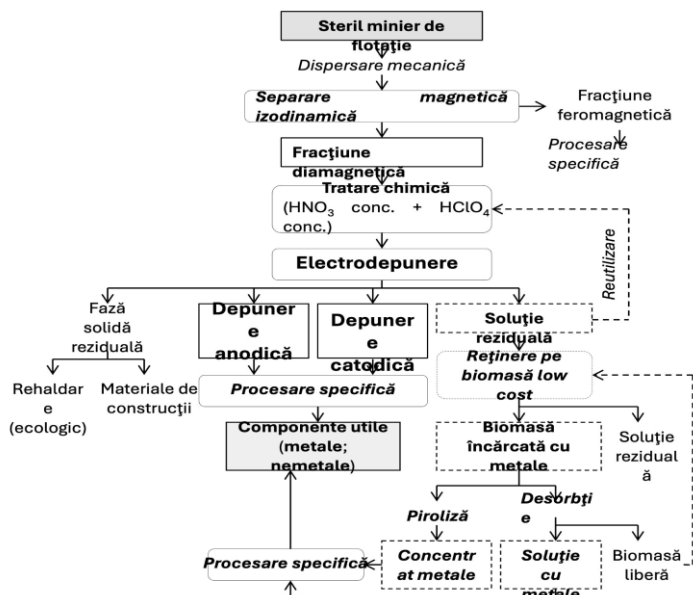


Fig. 4. Metodologia de lucru pentru separarea recuperativă a metalelor din steril minier de flotație

Soluția reziduală, rămasă după electrodepunerea metalelor (figura 4), nu poate fi deversată direct în mediu, deoarece are caracteristici fizico-chimice improprii și conține o serie de metale care nu au putut fi separate prin electrodepunere, dar care ar putea fi valorificate. Ca urmare, în cadrul metodologiei proiectată de noi, această soluție reziduală poate fi prelucrată astfel: (i) reutilizare la prepararea sterilului de flotație în vederea realizării unor noi separări (3-5 cicluri de separare prin electrodepunere în condițiile noastre de lucru); (ii) trecerea prin biomasă low cost (alge marine, deșeuri de la prelucrarea industrială a muștarului, rapiței, soia ș.a.) pentru reținerea metalelor rămase în soluție (care nu au putut fi separate prin electrodepunere) [24, 25]. În a doua variantă de lucru, soluția reziduală finală este aproape „curată”, aceasta putând fi deversată în mediu (eventual

după o tratare sumară pentru ajustarea pH-ului și conținutului total de săruri solubile) sau poate fi reutilizată la separarea metalelor din noi șarje de steril de flotație. Metalele reținute pe biomasa low cost pot fi valorificate, fie prin desorbție (biomasa putând fi reutilizată la 2-3 cicluri de reținere), fie prin piroliză (când, pe lângă metale, se poate obține și energie termică).

Rezultate și discuții

Rezultatele obținute la separarea metalelor din steril minier de flotație sunt prezentate în tabelul 2. Gradul de recuperare a metalelor din sterilul de flotație este cuprins între limitele 54,36% (Pb) – 98,51% (Zn). Raportat la concentrațiile metalelor din proba de steril, randamentele de separare variază în ordinea (sunt marcate metalele a căror randamente de separare pot fi considerate foarte bune): **Zn** (98,51%) > **Ni** (96,16%) > **Cu** (90,63%) > **Co** (89,27%) > **Cr** (83,80%) > **Mn** (77,43%) > **Pb** (54,36%).

În condițiile noastre de lucru metalele din proba de steril se depun (în cantități și sub forme diferite) atât la catod, cât și la anod (tabelul 2; figurile 5 și 6). La catod, din cantitatea totală de metale separate, ponderea procentuală a metalelor vizate variază între limitele 20,85% (Pb) – 98,59% (Zn), iar ordinea de depunere a metalelor pe catod este următoarea: Zn (98,59%) > Ni (94,73%) > Cu (91,16%) > Co (82,35%) > Cr (80,83%) >> Mn (46,19%) >> Pb (20,85%). La anod, din cantitatea totală de metale separate, ponderea procentuală a metalelor vizate variază între limitele 1,41% (Zn) – 79,15% (Pb), iar ordinea de depunere a metalelor pe anod este următoarea: Pb (79,15%) >> Mn (53,81%) >> Cr (19,17%) > Co (17,65%) > Cu (8,84%) > Ni (5,27%) > Zn (1,41%).

Formele sub care se depun metalele pe cei doi electrozi diferă semnificativ (figura 5). La catod, Zn, Ni, Cu și Co se depun predominant sub formă de metale (în cazul cobaltului fiind posibilă și apariția unor forme oxidice), în timp Cr, Mn și Pb se depun predominant sub forme oxidice. La anod depunerea metalelor se realizează aproape exclusiv sub forme oxidice.

Tabelul 2. Rezultatele obținute la separarea metalelor din steril de flotație prin electrodepunere cu celule fotoelectrice [21]

Metale	R [%]	S	Catod		Anod	
			[%]*	µg/g**	[%]*	µg/g**
Cr	83,80	0,1420	80,83	15,70	19,17	10,34
Mn	77,43	0,1312	46,19	8,97	53,81	29,04
Co	89,27	0,1513	82,35	15,20	17,65	9,52
Ni	96,16	0,1629	94,73	18,40	5,27	2,84
Cu	90,63	0,1536	91,16	17,71	8,84	4,77
Zn	98,51	0,1669	98,59	19,15	1,41	0,76
Pb	54,36	0,0921	20,85	4,05	79,15	42,71

R – randamentul de separare raportat la concentrațiile metalelor din steril. *S* – factor de selectivitate.

*Ponderea procentuală raportată la cantitatea totală de metale separate pe ambii electrozi.

****Concentrația în depunerea de pe electrodul respectiv.**

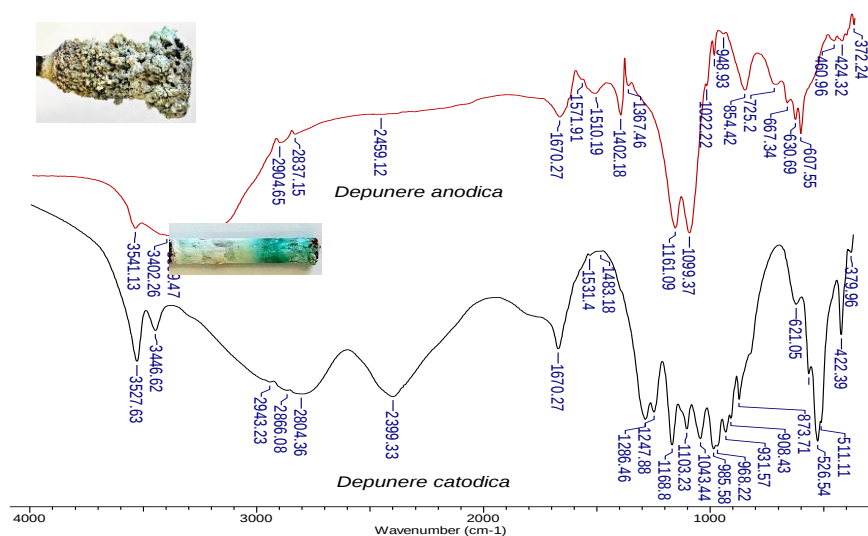


Fig. 5. Spectrele de absorbție moleculară în infraroșu pentru depunerile catodice și anodice la separarea metalelor din steril de flotatie prin electrodepunere cu celule fotoelectrice

O serie de metale (Mn și Pb, de exemplu), în condițiile noastre de lucru, conform datelor din literatura de specialitate [22, 26], nu ar trebui să se depună nici la anod și nici la catod. Depunerea acestor metale la electrozi

se poate explica prin manifestarea unui fenomen de synergism, posibil în anumite condiții la utilizarea electrozilor inerți (cum este grafitul). Din observațiile noastre se poate estima că fenomenul de synergism apare și se manifestă mai accentuat în cazul utilizării electrozilor de grafit la un timp de electroliză > 4 ore, pentru un curent de alimentare cu tensiunea > 12 Volți și intensitatea $> 7,5$ Amperi. Pe de altă parte, s-a observat că un rol important în manifestarea fenomenului de synergism pare să aibă și caracteristicile fizico-chimice ale soluției de electrolit, în special compoziția acestuia. În vederea aplicării în practică a procedului de electrodepunere a metalelor din steril minier de flotație (sau din alte categorii de resurse secundare) aceste aspecte trebuie foarte bine lămurite.

Din punct de vedere practic fenomenul de synergism observat pare să aibă și o serie de efecte benefice în contextul separării recuperative a metalelor din resurse secundare. În astfel de cazuri, chiar dacă separările nu sunt selective, randamentele de separare sunt bune, ceea ce permite o recuperare avansată a metalelor.

O serie de metale urmă (prezente în sterilul de flotație în concentrații < 5 ppm: Au, Ag, Sb, Bi, As, Ti etc.; Tabelul 1), în condițiile manifestării fenomenului de synergism, se pot depune la electrozi (Fig. 6).

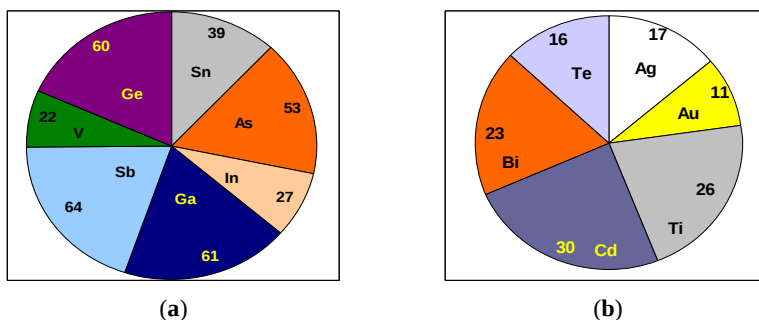


Fig. 6. Concentrațiile [$\mu\text{g/g}$] unor elemente urmă în depunerile anodice (a) și catodice (b) la separarea metalelor din steril de flotație prin procedeul electrodepunerii cu celule fotoelectrice

De exemplu, comparativ cu concentrațiile din proba de steril, în depunerile catodice concentrația argintului crește de peste 3 ori, a aurului de peste două ori, a titanului de peste 5 ori etc.

O explicație a acestui fenomen ar fi că metalele urmă sunt antrenate, ca efect secundar a fluxului de ioni din masa soluției către electrozi, unde depunerea lor ar putea fi rezultatul captării în momentul depunerii celorlalte metale, în special în cazul depunerii formelor oxidice. Această observație poate avea implicații importante în contextul dezvoltării unor procedee de separare avansată a metalelor din resurse secundare.

În condițiile noastre de lucru, la aplicarea procedurii de separare a metalelor prin electrodepunere nu se pot realiza separări selective, fiind vorba de o separare „în grup” a metalelor. Ordinea de separare și randamentele de electrodepunere a metalelor nu este însă în concordanță cu modul natural de asociere ale acestora din zăcămintele de minereu din care provine sterilul de flotație. Separarea „în grup” a metalelor are efecte negative asupra selectivității separării prin electrodepunere, însă are efecte pozitive asupra randamentelor de separare și gradului de recuperare a metalelor din sterilul de flotație.

Concluzii

La aplicarea procedurii de separare prin electrodepunere cu celule fotoelectrice (electrozi: anod-grafit, catod-alamă; curentul de alimentare a electrozilor: 6,53–8,04 Amperi, 13,85–16,90 Volți; timp de electroliză: 6 ore; temperatura soluției de lucru: 26,73–41,25 °C) gradul de recuperare din steril minier de flotație a metalelor vizate este cuprins între limitele 54,36% (Pb) – 98,51% (Zn).

Procedeul de separare prin electrodepunere cu celule fotoelectrice este pretabil pentru valorificarea din steril minier de flotație (precum și din alte categorii de resurse secundare) a metalelor de interes industrial, a metalelor prețioase, precum și a unor elemente strategice.

Separarea recuperativă și valorificarea avansată a componentelor utile (în special a metalelor) din resursele secundare impune dezvoltarea unor procedee de separare noi, cu randamente și eficiență ridicate (fezabile economic), ușor de adaptat (pentru tipuri diferite de resurse secundare) și de implementat în practică, respectiv să fie ecologice și prietenoase cu mediul. Procedeele de separare prin electrodepunere cu celule fotoelectrice răspund în bună măsură acestor cerințe, ceea ce îi conferă un bun potențial de aplicare în practică

Referințe bibliografice

- [1] M. Riddle, C.M. Macal, G. Conzelmann, T.E. Combs, D. Bauer, F. Fields, *Global critical materials markets: An agent-based modeling approach. Resources Policy*, **45**, 2015, pp. 307–321 <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2015.01.002>.
- [2] * * *, **Critical Materials Strategy**, U.S. Department of Energy, 2019. <https://www.energy.gov/>.
- [3] F. Mathieux, F. Ardente, S. Bobba, et al., *Critical raw materials and the circular economy — Background report, JRC Science-for-policy report, EUR 28832 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg*, 2017. DOI: 10.2760/378123_JRC108710.
- [4] * * *, **Mineral Commodity (2010-2023)**; U.S. Geological Survey <http://minerals.usgs.gov/minerals/>.
- [5] * * *, **Regulation (EU) 2024/1252** of The European Parliament and of The Council of 11 April 2024 *establishing a framework for ensuring a secure and sustainable supply of critical raw materials and amending Regulations (EU) No 168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1724 and (EU) 2019/1020*. Official Journal of the European Union, EN L Series; <https://eur-lex.europa.eu/>.
- [6] * * *, **Critical Minerals and Materials**, U.S. Department of Energy's Strategy to Support Domestic Critical Mineral and Material Supply Chains (FY 2021-FY 2031) 2021.; <https://www.commerce.gov/news/reports/>.

- [7] A.J. Hunt (Ed.) **Element Recovery and Sustainability**, Society of Chemistry, London, UK, 2013.
- [8] P.T. Anastas, J.B. Zimmerman, *The Periodic Table of the Elements of Green and Sustainable Chemistry*. Green Chemistry, 2019, DOI: 10.1039/C9GC01293A.
- [9] E. Hsu, K. Barmak, A.C. West, A-H. Park, *Advancements in the Treatment and Processing of Electronic Waste with Sustainability: A Review of Metal Extraction and Recovery Technologies*, **Green Chemistry**, 2019, DOI: 10.1039/C8GC03688H.
- [10] J.R. Dodson, H.L. Parker, A. Muñoz García, A. Hicken, K. Asemave, T.J. Farmer, H. He, J.H. Clark, A.J. Hunt, *Bio-derived Materials as a Green Route for Precious & Critical Metal Recovery and Re-use*, **Green Chemistry**, 2015, DOI: 10.1039/b000000x.
- [11] E. Constantinescu, N. Anastasiu (Coord.), **Resursele minerale ale României**, Vol. I – *Minerale industriale și roci utile*. Editura Academiei Române, București, 2015.
- [12] E. Constantinescu, N. Anastasiu (Coord.), **Resursele minerale ale României**, Vol. II – *Minerale metalice și minereuri*. Editura Academiei Române, București, 2017.
- [13] E. Constantinescu, N. Anastasiu (Coord.), **Resursele minerale ale României**, Vol. III – *Resurse energetice*, Editura Academiei Române, București, 2019.
- [14] N.A.A. Qasem, R.H. Mohammed, D.U. Lawal, *Removal of heavy metal ions from wastewater: a comprehensive and critical review*, **Clean Water**, **4**(1), 2021, Article Number: 36. DOI10.1038/s41545-021-00127-0.
- [15] X. Mao, Q. Liu, L. Liang, S. Yu, X. Ao, *Recovery of valuable metal products from the leach residue of sedimentary rare earth ore by acid leaching and precipitation*. **Hydrometallurgy**, **233**, 2025, Article Number: 106449 <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2025.106449>.
- [16] Y. Chen, G. Huo, X. Guo, J. Chen, *A review of flowsheets for tungsten recovery from scheelite, wolframite and secondary resources and challenges for sustainable production*, **Hydrometallurgy**, **234**, 2025, Article Number: 106455 <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2025.106455>. DOI10.1016/j.hydromet.2025.106455.

- [17] O. Rodríguez, F.J. Alguacil, E.E. Baquero, I. García-Díaz P. Fernández, B. Sotillo, F. López, *Recovery of niobium and tantalum by solvent extraction from Sn-Ta-Nb mining tailings*, **RSC Advances**, **10**, 2020, Article Number: 21406.
- [18] R.K. Taggart, N.A. Rivera, C. Levard, J.-P. Ambrosi, D. Borschneck, J.C. Hower, H. Hsu-Kim,, *Differences in bulk and microscale yttrium speciation in coal combustion fly ash*, **Environmental Science: Processes & Impacts**, **20**, 2018, pp. 1390–1403.
- [19] L. Chang, Y. Cao, G. Fan, C. Li, W. Peng, *A review of the applications of ion flotation: wastewater treatment, mineral beneficiation and hydrometallurgy*, **RSC Advances**, **9**, 2019, pp. 20226–20239.
- [20] S. Nanda, F. Berruti, *A technical review of bioenergy and resource recovery from municipal solid waste*, **Journal of Hazardous Materials**, **403**, 2021, Article Number: 123970 <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123970>.
- [21] R. Bălceanu, D. Bulgariu, *Possibilities of separation and recovery of some metals from secondary resources – preliminary considerations*, **AUG-G, Book of abstracts, GEO Iasi**, 2024, pp. 13–15.
- [22] H.A. Petersen, T.H.T. Myren, S.J. O’Sullivan, O.R. Luca, *Electrochemical methods for materials recycling*, **Materials Advances**, **2**, 2021, pp. 1113–1138.
- [23] * * *, **Agencia Națională pentru Resurse Minerale (ANRM, 2012)** – Autoritatea Națională de Reglementare în Domeniul Minier, Petrolier și al Stocării Geologice a Dioxidului de Carbon (ANRMPSG, 2024).
- [24] L.Bulgariu, D. Bulgariu, C. Rusu, *Marine Algae Biomass for Removal of Heavy Metal Ions* (Chapter 25, part D/25.1-25.8). **Handbook Marine Biotechnolog**, (Editor: Se-Kwon Kim), Springer-Verlag, Berlin, 2015, pp. 611-648;.
- [25] L. Nemeș, D. Bulgariu, T. Arsenie, L. Bulgariu, *Applicability of waste biomass as sorbents for the treatment of industrial wastewaters*, **Proceedings of the 19th International Multidisciplinary Scientific Conference SGEM 2019**. Vol. 19 (Recycling, Issue 4.2),2019, pp. 41–48.
- [26] A.J. Bard, L.R. Faulkner, **Electrochemical Methods – Fundamentals and Applications**, Wiley, New York, 1980.

Notă. *Studiile au fost realizate cu suportul oferit de Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași și Filiala din Iași a Academiei Române (Centrul de Cercetări Geografice: Proiectul 3 / etapa 2025).*

CONSIDERAȚII PRELIMINARE PRIVIND DINAMICA ECHILIBRELOR CHIMICO-MINERALOGICE ÎN SOLURILE ACTUALE

Dumitru BULGARIU^{1,2}

¹Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, Facultatea de Geografie și Geologie, Departamentul de Geologie, B-dul Copou, nr. 20A, 700505, Iași, România; e-mail: dbulgariu@yahoo.com

²Academia Română, Filiala din Iași, Centrul de Cercetări Geografice, strada Teodor Codrescu, nr. 2, 700481, Iași, România

Abstract. *Determinante pentru dinamica proceselor pedogenetice din solurile actuale sunt factorii antropici și efectele schimbărilor majore ale condițiilor de mediu, care, de cele mai multe ori, acționează concertat și au ca efecte perturbarea severă a evoluției echilibrelor chimico-mineralogice, a stabilității și proprietăților învelișului de sol. Prezentul studiu a adus în discuție o serie de aspecte, importante atât la nivel conceptual-teoretic, cât și pentru gestionarea durabilă a învelișului de sol: (i) dacă solurile actuale evoluează prin stări de echilibru (în sensul strict al noțiunii) și care ar fi consecințele abaterii de la starea de echilibru asupra învelișului de sol; (ii) în ce măsură dezechilibrele chimico-mineralogice, induse de acțiunea concertată a factorilor antropici și a schimbărilor condițiilor de mediu actuale, sunt traductibile prin modificări (observabile și cuantificabile) la nivelul structurii și proprietăților învelișului de sol. Pentru problemele menționate sunt aduse în discuție o serie de date și observații experimentale (aparitia în solurile actuale a unor noi forme de ocurență ale compușilor chimico-mineralogici – cazul sărurilor solubile).*

Cuvinte cheie: *Soluri actuale; Echilibre metastabile; Neopedogenează*

Introducere

Conceptul de „soluri actuale” nu este încă definit și delimitat cu exactitate [1]. După o serie de opinii acesta este un concept cu un conținut difuz, un „termen general” de exprimare care nu desemnează o categorie de soluri în sine, ci doar o asociere, mai mult sau mai puțin forțată, a acestora cu diferite particularități ale epocii Antropocene [2, 3]. Un alt grup de cercetători sinonimizează conceptul de „soluri actuale” cu sintagma de „soluri modificate antropice” (Antropocene) caracterizate prin evoluții specifice ale proceselor pedogenetice (*ss.* procese de neopedogeneză [1]). Aceste concepții induc o serie de incertitudini și ambiguități emergente în principal din următoarele aspecte: (i) delimitarea cronostratigrafică, cu precizie discutabilă, a epocilor Pleistocen–Holocen–Antropocen, respectiv inconsistența conceptuală referitoare la caracteristicile distinctive ale Antropocenului [4, 5, 6]; (ii) modul lacunar în care este corelat conceptul de „neopedogeneză” cu atributele Antropocenului, aspect care impune o limitare severă în extinderea conceptului de „soluri actuale” în cazul solurilor puternic modificate antropice de vârstă Holocenă (sau mai vechi) [7, 8].

În WRB 2022 (World Reference Base for Soil Resources – IUSS Working Group WRB 2022) [9] și SRTS 2012 (Sistemul Român de Taxonomie a Solurilor 2012) [3], solurile formate sub acțiunea factorilor antropici sunt incluse în clasa Antrisolurilor (reprezentate prin tipurile Antrosoluri și Tehnosoluri, cu o paletă relativ largă de subtipuri și varietăți). Există însă diferențe semnificative între antrisolurile actuale (care au evoluat după 1850–1900, una dintre limitele temporale propuse pentru debutul Antropocenului) și antrisolurile mai vechi [5, 6].

Din punctul nostru de vedere nu toate „solurile actuale” pot fi incluse în clasa Antrisolurilor. Factorii antropici reprezintă fără îndoială un grup de factori pedogenetici extrem de importanți, capabili să inducă modificări radicale asupra învelișului de sol [3, 10]. Însă, în condițiile actuale, majoritatea solurilor suportă, direct sau indirect și în mod diferențiat, efectele factorilor antropici coroborate invariant cu modificările condițiilor de mediu, care se manifestă atât la nivel regional, cât și la nivel global [1,

11]. Indiferent de momentul când încep să-și manifeste efectele, factorii antropici determină modificarea evoluției naturale a solurilor impunând mecanisme pedogenetice specifice și conducând la formarea unor soluri cu proprietăți diferite. Din acest punct de vedere factorii antropici apar mai degrabă ca factori modifikatori ai proceselor pedogenetice.

Deși sunt extrem de variați ca tipologie și mecanisme de acțiune, factorii antropici pot influența învelișul de sol pe două căi [1, 12, 13]: (i) prin mecanisme directe – aproape fără excepție se concretizează în acțiuni puternic perturbatoare asupra învelișului de sol: excavații, copertări și decopertări, terasări, amenajări miniere, hidrotehnice, industriale sau militare, introducerea de materiale antropice (frecvent diferite tipuri de deșeuri) sau alogene naturale (pietriș, balast, nisip, argilă etc.), defrișări necontrolate ș.a.; (ii) mecanisme indirecte – traductibile prin activitățile antropice care determină perturbări / distrucții la nivelul altor componente ale mediului (poluarea atmosferei și sistemelor acvatice, distrugerea / perturbarea unor ecosisteme terestre etc.) care ulterior induc perturbări / degradări la nivelul învelișului de sol. În opinia noastră „solurile actuale” suportă, diferențiat sub aspectul intensității și extinderii, acțiunile factorilor antropici manifestate prin ambele mecanisme.

Nota specifică a „solurilor actuale” derivă, în opinia noastră, din „cuplarea” acțiunii factorilor antropici cu efectele induse de modificările condițiilor de mediu actuale (excesivitate climatică; regimul precipitațiilor; încălzirea, mai mult sau mai puțin globală; perturbarea echilibrelor dintre învelișul de sol și celelalte ecosisteme etc.).

Procesele pedogenetice evoluează prin mecanisme complexe care includ o varietate de procese elementare, asamblate optimal în cadrul ciclurilor pedogeochimice naturale [2, 7, 14]. Existența secvențelor reversibile de transformare în mecanismele proceselor pedogenetice și reversibilitatea macroscopică a ciclurilor pedogeochimice, asigură învelișului de sol capacitatea de amortizare a efectelor pe care fluctuațiile factorilor pedogenetici le manifestă asupra învelișului de sol [2, 15]. Aceste fluctuații își exercită efectele atât la nivelul proceselor elementare (echilibrele chimico-mineralogice), cât și la nivelul proceselor pedogenetice. Atât timp cât intensitatea fluctuațiilor factorilor pedogenetici nu depășește valorile limită de stabilitate, specifice fiecărui tip de sol,

procesele pedogenetice au evoluții „naturale”. Dacă sunt depășite limitele de stabilitate specifice, se produc perturbări la nivelul echilibrelor chimico-mineralogice elementare care au drept consecințe evoluții „atipice” ale proceselor pedogenetice și „scurtcircuitarea” conexiunilor învelișului de sol cu alte ecosisteme. În aceste condiții, la scară locală sau regională, se produc degradări multiple ale învelișului de sol, cu evoluții și consecințe dificil de prognozat [1, 12, 13, 16]. Chiar dacă aspectele menționate au nuanță predominant teoretică, în condițiile actuale este foarte posibil ca învelișul de sol să evolueze după un astfel de scenariu [16, 17].

În acord cu aspectele menționate, studiul nostru a adus în discuție câteva aspecte, importante nu doar sub aspect conceptual-teoretic ci și pentru gestionarea durabilă a resurselor de sol: (i) dacă solurile actuale evoluează prin stări de echilibru (în sensul strict al noțiunii) și care ar fi consecințele abaterii de la starea de echilibru asupra învelișului de sol; (ii) în ce măsură dezechilibrele chimico-mineralogice, induse de acțiunea concertată a factorilor antropici și a schimbărilor condițiilor de mediu actuale, sunt traducibile prin modificări (cuantificabile) la nivelul structurii și proprietăților învelișului de sol. Asupra acestor aspecte vom face și noi câteva referi, aducând totodată în discuție o serie de date și observații experimentale (apariția în solurile actuale a unor noi forme de ocurență ale compușilor chimico-mineralogici – cazul sărurilor solubile din soluri).

Starea de echilibru în solurile actuale

Teoriile pedologice actuale au la bază concepția evoluției proceselor pedogenetice prin stări de echilibru [2, 10]. Această concepție este adecvată pentru cazul solurilor neperturbate, însă pentru solurile actuale, care suportă multiple perturbări naturale sau / și antropice, interpretarea proceselor pedogenetice pe baza conceptului de echilibru nu conduce la rezultate concordante cu realitatea [17–19].

Coroborarea teoriile actuale privind dinamica proceselor pedogenetice în solurile perturbate [20–23] cu datele pedogeochemice și mineralogice [11–13, 15, 17] au condus la concluzia că în solurile actuale (perturbate) procesele pedogenetice nu evoluează prin stări de echilibru

propriu-zis și nici prin stări de neechilibru, ci prin stări de „echilibru forțate” (stări metastabile cu durată mare de relaxare).

Pentru orice sistem, stările cele mai stabile sunt cele de echilibru termodinamic, stări pentru care este îndeplinită condiția [20]:

$$\Delta^{\text{pr}} G \times w = 0 \quad (1)$$

în care: $\Delta^{\text{pr}} G$ - entalpia liberă Gibbs (definită în condiții T , p – constante); w – viteza de desfășurare (evoluție) a unui proces dat; T – temperatura absolută [K]; p – presiunea.

Dacă $\Delta^{\text{pr}} G = 0$ și $w = 0$ sistemul (procesul) atinge starea de echilibru absolut (echilibru propriu-zis) în care entalpia liberă Gibbs are cea mai mică valoare posibilă (figura 1).

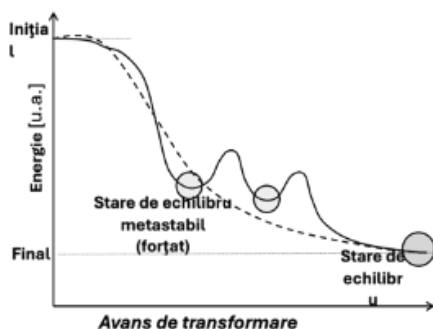


Fig. 1. Reprezentarea simplificată a evoluției proceselor pedogenetice din solurile actuale prin stări de echilibru forțate (linia continuă)

Evoluția proceselor pedogenetice se realizează ca urmare a fluctuațiilor unuia sau mai multor parametri de stare (T , p , compoziție etc.), astfel că pot exista și alte valori ale parametrilor de stare (în limitele intervalelor specifice de variație) pentru care relația (1) este satisfăcută. În astfel de cazuri entalpia liberă Gibbs admite un „minim local” care corespunde unei stări de „echilibru forțat” (echilibru metastabil) (figura 1). Din aceste stări, direcția de evoluție a proceselor pedogenetice este condiționată de amplitudinea și durata perturbațiilor parametrilor de stare, tendința generală fiind determinată de capacitatea de readaptare a solurilor în raport cu noile condiții.

Cel puțin din punct de vedere teoretic ipoteza echilibrelor forțate poate explica mai bine „starea” solurilor actuale (cu un grad semnificativ

de perturbare naturală și antropică) și tendințele reale de evoluție a proceselor pedogenetice în aceste soluri. Pe baza acestui model s-a putut explica apariția unor noi forme de ocurență a sărurilor solubile în solurile actuale [11–13].

Noi forme de ocurență ale sărurilor solubile în solurile actuale

Conform concepțiilor pedologice curente, sărurile solubile din soluri sunt reprezentate prin compuși stoichiometrici din categoria sărurilor „simple”, în principal carbonați, sulfati, cloruri, bicarbonați, azotați (subordonat: borați, mono- și dihidrogeno-fosfați etc.) ai metalelor alcaline și alcalino-pămâtoase (Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+) și subordonat ai altor cationilor (NH_4^+ , Al^{3+} , Pb^{2+} , Sn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} , Cr^{3+} , Co^{2+} etc.) [24, 25].

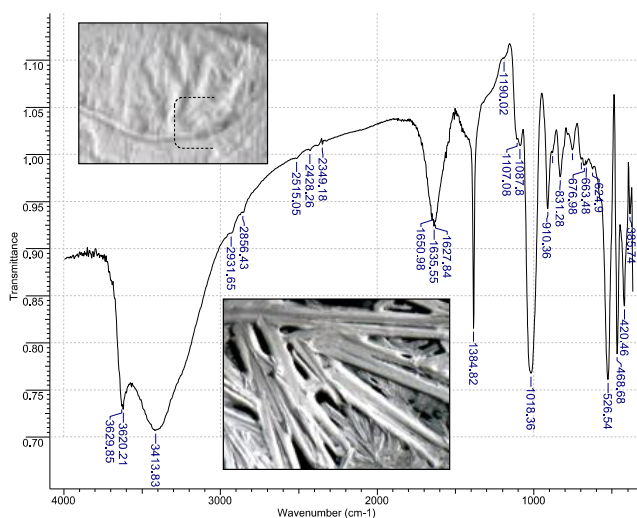


Fig. 2. Spectrul de IR și fotografiile microscopice pentru o crustă salină dintr-un tehnosol mixic (aria urbană a orașului Iași).

Au fost evidențiate patru noi forme de ocurență a sărurilor solubile: $\text{Ca}_2\text{MgK}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (polihalit), $\text{KAl}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ (alunit), $\text{Na}_3\text{Mg}(\text{CO}_3)_2\text{Cl}$ (northupit) și $\text{K}_6\text{Ca}_2(\text{CO}_3)_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Spectrul de IR a fost

obținut prin metoda pastilării în KBr, procedeul „adaosului de matrice în blanc”. Fotografiiile microscopice au fost realizate prin scanare prin reflexie în lumină naturală (10X și 45X) [29]

Condițiile fizico-chimice din solurile actuale (puternic antropizate: tehnosoluri, antrosoluri, soluri agricole supuse conversiei la agricultura organică, soluri din teatre de război ș.a.) favorizează formarea unei varietăți relativ largi de sărurilor solubile, diferite în bună măsură de sărurile care se formează în solurile neperturbate sub aspectul compoziției chimico-mineralogice, formelor de ocurență, modului de distribuție în profilele de sol, respectiv a paragenazelor și asociațiilor naturale în care apar [11–13, 26–29].

Studiile realizate de noi pe diferite tipuri de soluri actuale (din Regiunea de Nord-Est a României), au evidențiat faptul că, în afară de sărurile „simple”, apar frecvent și cu ponderi semnificative alte categorii de „săruri” care intră în componența depozitelor saline [29]: (i) *săruri duble* (mixte) descriabile cu formula generală: $xM_m^I A_y M_m^{II} A_2 \cdot nH_2O$ (M^I – cation monovalent; M^{II} – cation divalent; A – anion: CO_3^{2-} ; SO_4^{2-} ; PO_4^{3-} ; m – valența anionului „A”; x, y, n – coeficienți); (ii) *săruri bazice* reprezentate prin formula generală: $xM^{II} A_y M^{II} (OH)_2 \cdot nH_2O$ (M^{II} – cation divalent; A – anion CO_3^{2-} ; SO_4^{2-} ; PO_4^{3-} ș.a.; x, y, n – coeficienți stoichiometrici); (iii) *săruri complexe* – de tipul $M_2^I [M^{II} (CO_3)_2]$ (în care: $M^I = Li^+, Na^+, K^+, Rb^+, Tl^+, NH_4^+$; $M^{II} = Ni^{2+}, Cu^{2+}, Zn^{2+}, Cr^{3+}$), $[Co(NO_2)(HCO_3)(NH_4)]X$ sau $[Co(HCO_3)(NH_3)_5]X$ (în care: X = Cl, Br, I); (iv) *săruri cu compoziție nestoichiometrică* [11; 26; 27; 29; 30]. Câteva exemple sunt prezentate în figurile 2 și 3, respectiv în tabelul 1.

În solurile actuale, perturbate antropic, apar frecvent moduri de asociere atipice, atât a sărurilor solubile între ele, cât și ale acestora cu alte componente chimico-mineralogice ale solurilor. De exemplu, asociațiile $Ca_2MgK_2(SO_4)_4 \cdot 2H_2O$ (polihalit) – $KAl_3(SO_4)_2(OH)_6$ (alunit) – $Na_3Mg(CO_3)_2Cl$ (northupit) – $K_6Ca_2(CO_3)_6 \cdot 6H_2O$ (figura 2) și $Fe(H_2PO_4)(OH)_2$ (strengit) – $(Al,Fe)(H_2PO_4)(OH)_2$ (barrandit) – $Na_3Mg(CO_3)(PO_4)$ (bradleyt) – $H_4Ca Fe_2(PO_4)_4 \cdot 5H_2O$ – $(Na,K,NH_4)Al(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ (alaun) (figura 3), sunt atipice pentru solurile neperturbate, însă par a fi „normale” pentru antrisoluri (tehnosoluri mixice, antrosoluri hortice din spații protejate ș.a.) [26, 27, 29].

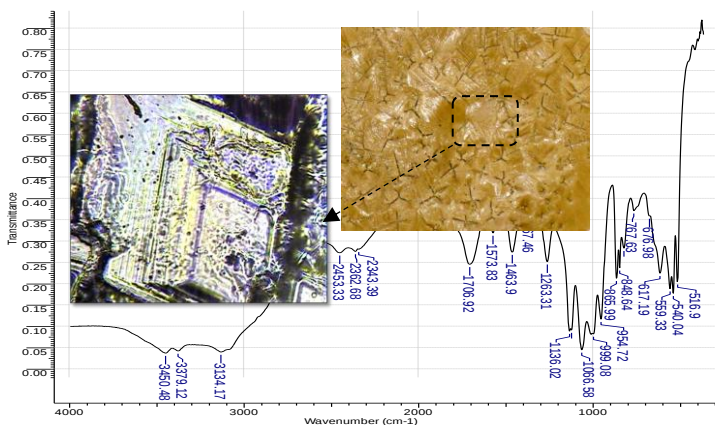


Fig. 3. Spectrul de IR și fotografii microscopice pentru o crustă salină dintr-un antrosol hortic (seră, localitatea Târgu Frumos, județul Iași).

Au fost evidențiate cinci noi forme de ocurență a sărurilor solubile: $\text{Fe}(\text{H}_2\text{PO}_4)(\text{OH})_2$ (strengit), $(\text{Al},\text{Fe})(\text{H}_2\text{PO}_4)(\text{OH})_2$ (barrandit), $\text{Na}_3\text{Mg}(\text{CO}_3)(\text{PO}_4)$ (bradleyt), $\text{H}_4\text{CaFe}_2(\text{PO}_4)_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ și $(\text{Na},\text{K},\text{NH}_4)\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ (alaun). Fotografiiile microscopice au fost realizate prin scanare prin reflexie în lumină naturală (10X și 75X) [27]. Alte detalii – figura 2

În cazul tehnosolurilor poluate (dar nu numai) sărurile solubile au tendința de a se asocia cu materia organică nehumică și diferiți compuși proveniți din descompunerea materiei organice antropice introdusă în soluri (coloranți organici, materiale plastice, produse farmaceutice și fitosanitare, hidrocarburi aromatice polinucleare și diferiți produși de combustie etc.) – figura 4. Astfel de asociații (multe dintre ele cu caracteristici de parageneze) modifică într-o măsură semnificativă dinamica sărurilor solubile în soluri (Tabelul 1), precum și însușirile fizico-chimice și pedologice ale acestora [11–13, 16, 29].

Tabelul 1. Noi forme de ocurență a sărurilor solubile în solurile actuale perturbate natural și antropice

Carbonați
CaCO ₃ (calcit); CaMg(CO ₃) ₂ (dolomit) CaFe(CO₃)₂ (ankerit); Na₃Mg(CO₃)₂Cl (northupit); Mg₄(CO₃)₃(OH)₂·3H₂O (hidromagnezit); Na₆Mg₂(CO₃)₄(SO₄) (tihit); Na₃(HCO₃)CO₃·2H₂O (trona); NaAl(CO₃)(OH)₂ (dawsonit); CaAl₂(CO₃)₂(OH)₄·2H₂O (alumohidrocalcit); Mg₂CO₃(OH)₂ ; Na₃Mg(CO₃)(PO₄) (bradleyt); K₆Ca₂(CO₃)₆·6H₂O ș.a.
Sulfati
CaSO ₄ ·2H ₂ O (gips) MgSO₄·7H₂O (epsomit); MgSO₄·H₂O (kieserit); MgK(SO₄)Cl·3H₂O (kainit); Na₂SO₄ (thenardit); CaNa₂(SO₄)₂ (glauberit); Na₂SO₄·10H₂O (mirabilit); (K,Na)₂SO₄ (glaserit); Ca₂MgK₂(SO₄)₄·2H₂O (polihalit); Al₄(OH)₁₀SO₄ (basalunit); (Na,K,NH₄)Al(SO₄)₂·12H₂O (alaun); KFe₃(SO₄)₂(OH)₆ (jarozit); Al(OH)SO₄ (jurbanit); KAl₃(SO₄)₂(OH)₆ (alunit) ș.a.
Fosfați
Ca ₄ H(PO ₄) ₃ (fosfat octocalcic); Ca ₅ (PO ₄) ₃ (F,Cl,OH,CO ₃ ²⁻) (apatit) MgHPO₄·3H₂O (newberyite); Fe(H₂PO₄)(OH)₂ (strengit); (Al,Fe)(H₂PO₄)(OH)₂ (barrandit); 3Ca(PO₄)₂·nCa(CO₃, F₂O)₂·(H₂O)_x (colofan); Ca₄(PO₄)₂(CO₃) (podolit); (Mg,Fe) Al₂(PO₄)₂(OH)₂ (lazulit); Al₃Ca(PO₄)₂(OH)₅·H₂O (crandalit); Ca₁₀(PO₄CO₃)₆(HO,F)₂·10H₂O (francolit); Al₅K₃H₆(PO₄)₈·18H₂O (taranakit); fosfați complecși: Ca₂KH₇(PO₄)₄·2H₂O , H₄CaFe₂(PO₄)₄·5H₂O ; H₆K₃Al₅(PO₄)₈·18H₂O
Cloruri
NaCl (halit); KCl (silvină) MgCl₂·6H₂O , CaCl₂ ; Cu₂Cl(OH)₂ (atacamit)

Au fost identificate în: Tehnosoluri - 86 probe, Antrosoluri hortice – 21 probe, Faeoziomuri – 27 probe, Luvosoluri – 19 probe).

Forme chimico-mineralogice de ocurență ale sărurilor solubile din solurile actuale sunt reprezentate cel mai frecvent prin [11–13; 26–29]: (i) forme nediferențiate pedogeochemic – apar ca varietăți amorfe, atât în masa solurilor (depuneri în spațiile intergranulare și de-a lungul suprafețelor de clivaj ale unităților structurale de sol), cât și la suprafața acestora (cruste, eflorescențe) sub formă de amestecuri de săruri cu compoziție nestoichiometrică care nu prezintă markeri de identificare la analiza fizico-chimică (figurile 2 și 3); (ii) forme diferențiate pedogeochemic – apar ca

varietăți cristaline sau criptocristaline (cruste, depuneri în spațiile intergranulare) cu compoziție stoichiometrică și care prezintă markeri specifici la analiza fizico-chimică (Fig. 4).

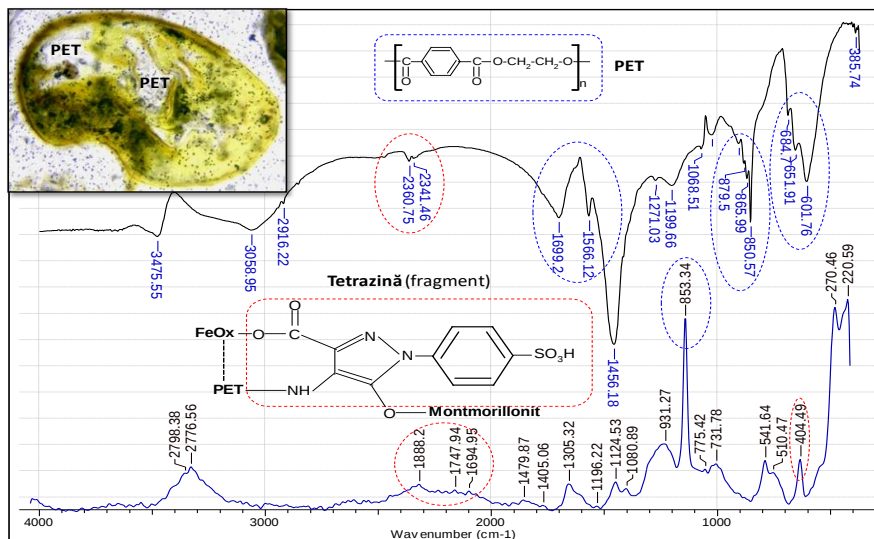


Fig. 4. Complex organo-mineral nou, identificat în depunerile saline intergranulare separate din tehnosoluri poluate din zona metropolitană a municipiului Iași. Identificarea s-a realizat pe baza spectrelor de IR și Raman, coroborate cu studiile microscopice [29, 31]

În opinia noastră, formarea, depunerea, migrarea și distribuția sărurilor solubile în solurile actuale decurge în trei etape majore [1, 11, 29]:

Etapa 1 – are loc depunerea (precipitarea) rapidă a unor săruri cu compoziție nestoichiometrică, în asociații și parageneze metastabile. Procesul global de depunere a sărurilor este favorizat cinetic, cea ce determină acumularea prioritară a sărurilor care au vitezele cele mai mari de precipitare. Amestecuri de săruri formate au stabilitate termodinamică relativ redusă, fiind reprezentate prin varietăți amorfe, nediferențiate pedogeochimic.

Etapă 2 – în funcție de variațiile condițiilor fizico-chimice din soluri, depunerile amorfe de săruri metastabile (formate în etapă 1) pot evolua pe două căi: (i) redizolvare, migrare în masa solului și redepunere în spațiile intergranulare; (ii) diferențiere pedogeochimică (printr-o succesiune de procese de exsoluție, solubilizare, cristalizare și recristalizare), ceea ce determină o rafinare (simplificare) a compoziției chimice a depunerilor saline și formarea unor compuși cu caractere chimico-mineralogice relativ bine conturate. În cele mai multe cazuri, depunerile saline din această etapă sunt reprezentate prin săruri duble și bazice, care se depun în masa solurilor sau cruste, în forme criptocristaline asociate cu forme amorfe.

Această etapă a mecanismului de formare a sărurilor solubile este exemplificată în figura 2 – în compoziția crustei saline, alături de asociația $\text{Ca}_2\text{MgK}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (polihalit) – $\text{KAl}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ (alunit) – $\text{Na}_3\text{Mg}(\text{CO}_3)_2\text{Cl}$ (northupit) – $\text{K}_6\text{Ca}_2(\text{CO}_3)_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, apar varietăți amorfe de săruri foarte dificil de diferențiat prin analize fizico-chimice. Astfel de săruri au stabilitate termodinamică relativ redusă, ceea ce le imprimă o tendință ridicată de evoluție (transformare).

Etapă 3 – dacă în soluri condițiile fizico-chimice sunt favorabile apar (prin procese de exsoluție și diferențiere pedogeochimică – favorizate termodinamic) depuneri saline (varietăți cristaline și criptocristaline) formate din săruri stabile termodinamic și compoziție stoichiometrică. Sărurile formate în această etapă au o solubilitate mai mică decât a gipsului, iar paragenezele în care apar (cel mai frecvent atipice) le conferă un plus de stabilitate în soluri (cazul exemplificat în figura 3).

În solurile actuale mecanismele de formare, acumulare și distribuție a sărurilor solubile sunt mai complexe și în mare parte diferite comparativ cu solurile neperturbate, fiind condiționate de următorii factori [1, 11, 12, 29, 30]: (i) perturbarea echilibrelor chimico-mineralogice sub influența concertată a factorilor antropici și a modificărilor condițiilor de mediu; (ii) caracteristicile surselor de săruri – alături de sărurile provenite din surse naturale (prin mecanisme pedogenetice tipice) apar (cu frecvență ridicată și ponderi semnificative) săruri din aport antropic (introduse ca atare în

soluri sau formate in situ pe seama materialelor antropice încorporate în soluri, prin mecanisme atipice, de neopedogeneză); (iii) fluctuațiile factorilor fizico-chimici (care se manifestă cu amplitudini ridicate pe durate relativ mici de timp) controlează direct echilibrele intrinseci de formare și distribuție a sărurilor solubile în soluri.

Concluzii

Condițiile fizico-chimice din solurile actuale (puternic antropizate: tehnosoluri, antrosoluri, soluri agricole supuse conversiei la agricultura organică, soluri din teatre de război ș.a.) favorizează formarea unei varietăți relativ largi de sărurilor solubile, diferite în bună măsură de sărurile care se formează în solurile neperturbate sub aspectul compoziției chimico-mineralogice, formelor de ocurență, modului de distribuție în profilele de sol, respectiv a paragenzelor și asociațiilor naturale în care apar.

În solurile actuale: (i) în afară de sărurile „simple”, au fost puse în evidență și alte categorii de „săruri” care intră în componența depunerilor saline: săruri complexe, săruri cu compoziție nestoichiometrică, săruri duble (mixte) și săruri bazice; (ii) sărurile solubile prezintă paragenze și moduri de asociere atipice cu componentele chimico-mineralogice ale solurilor; (iii) procesele de formare și depunere a sărurilor solubile evoluează cel mai probabil prin stări de echilibru forțate (echilibru metastabil), ceea ce explică mult mai bine diversitatea formelor de ocurență și variabilitatea paragenzelor sărurilor solubile, precum și tendința lor de evoluție (transformare) quasi-continuă.

Formarea sărurilor solubile în solurile actuale reprezintă rezultanta mai multor procese fizico-chimice elementare care evoluează în cuplaje reactive, iar migrarea și distribuția lor în soluri se realizează prin procese de transport reactiv polistadiale, în sisteme multifazice-multicomponente.

Bibliografie

- [1] D. Bulgariu, C. Rusu, *Considerații privind conceptual de neopedogeneză. Tendințe și progrese în Geografie* (Coord: I. Muntele, A. Bănică, C. Rusu), Editura Universității „Alexandru Ioan Cuza” Iași, 2023, pp. 47–58.
- [2] R. Lal (Editor), **Encyclopedia of Soil Science** (Third Edition). CRC Press, Boca Raton, USA, 2017.
- [3] N. Florea, I. Munteanu, C. Rusu, M. Dumitru, Gh. Ianoș, D. Răducu, D. Rogobete, D. Țărău, **Sistemul Român de taxonomie a solurilor (SRTS 2012)**. Editura SITECH, Craiova, 2012.
- [4] R.J. Huggett, *Soil chronosequences, soil development, and soil evolution: a critical review*, **Catena**, **32**, 1998, pp. 155–172.
- [5] C.N. Waters, J. Zalasiewicz, C. Summerhayes, et al., *The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene*, **Science**, **351**, 6269, 2016, pp. 137–147.
- [6] J. Zalasiewicz, M. Williams, C.N. Waters, *Can an Anthropocene Series be defined and recognized?* **Geological Society Special Publications London**, **395**, 2014, pp. 39–53.
- [7] M. Bajard, J. Poulénard, P. Sabatier, et al., *Progressive and regressive soil evolution phases in the Anthropocene*, **Catena**, **150**, 2017, pp. 39–52.
- [8] J. Zalasiewicz, R. Kryza, M. Williams, *The mineral signature of the Anthropocene in its deep-time context*, **Geological Society Special Publications London**, **395**, 2013, pp. 109–117.
- [9] * * *, **IUSS Working Group WRB, World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps** (4th edition), International Union of Soil Sciences (IUSS), 2022, Viena, Austria.
- [10] Gh. Blaga, F. Filipov, L. Paulette, I. Rusu, S. Udrescu, D. Vasile, **Pedologie**. Editura MEGA, Cluj Napoca, 2008.
- [11] D. Bulgariu, C. Rusu, *Noi forme de ocurență a compușilor chimico-mineralogici în solurile actuale – sărurile solubile din soluri*. **Solul și**

- gestionarea durabilă a resurselor de sol.** Editura USM, Chișinău, Republica Moldova, 2023, pp. 70–81.
- [12] D. Bulgariu, C. Rusu, L. Bulgariu, D. Aștefanei, C.S. Ciobanu, *Dezechilibre chimico-mineralogice în solurile modificate antropice – Studiu de caz: Regiunea de Nord-Est a României. Proprietățile și managementul solurilor forestiere* (Coord: C. Rusu, L. Dincă, D. Bulgariu). Editura Universității „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, 2017, pp. 114–119.
- [13] D. Bulgariu, C. Rusu, D. Aștefanei, D.T. Juravle, C.S. Ciobanu, *Particularități geochimice ale solurilor la tranziția dintre zonele urbane și zonele periurbane – studiu de caz: municipiul Iași. Pedopeisaje naturale și antropizate din estul României* (Coord: C. Rusu, D. Bulgariu, I. Vasiliniuc). Editura Universității „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, 2019, pp. 176–183.
- [14] J.D. Phillips, *Geogenesis, pedogenesis, and multiple causality in the formation of texture-contrast soils*, **Catena**, **58**, 2004, pp. 275–295.
- [15] H. Paquet, N. Clauer, **Soils and sediments, mineralogy and geochemistry**. Springer-Verlag, Berlin, 1997.
- [16] C. Rusu, D. Bulgariu, I. Vasiliniuc, *Degradarea solurilor – între teorie și realitate. Pedopeisaje naturale și antropizate din estul României* (Coord: C. Rusu, D. Bulgariu, I. Vasiliniuc). Editura Universității „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, 2019, pp. 15–31.
- [17] J. Howard, **Anthropogenic Soils**. Springer International Publishing, 2017.
- [18] R.J. Huggett, *Soil chronosequences, soil development, and soil evolution: a critical review*, **Catena**, **32**, 1998, pp. 155–172.
- [19] A.R. Dexter, M.A. Zebisch, *Degradation: Critical Limits of Soil Properties and Irreversible Degradation*. **Encyclopedia of Soil Science** (Editor: R. Lal). Taylor & Francis, New York, 2006, pp. 411–415.

- [20] G. Furrer, J. Westall, Ph. Sollins, *The study of soil chemistry through quasi-steady-state models: I. Mathematical definition of model*, **Geochimica et Cosmochimica Acta**, **53**, 1989, pp. 595–601.
- [21] S. Legu  dois, G. S  r  , A. Auclerc, J. Cortet, H. Huot, S. Ouvrard, F. Watteau, C. Schwartz, J.L. Morel, *Modelling pedogenesis of Technosols*, **Geoderma**, **262**, 2016, pp. 199–212.
- [22] M. Selim, L. Ma, **Physical Nonequilibrium in Soils Modeling and Applications**. Ann Arbor Press Chelsea, Michigan, 1998.
- [23] V.L. Tauson, V.V. Akimov, *Introduction to the theory of forced equilibria: General principles, basic concepts, and definitions*, **Geochimica et Cosmochimica Acta**, **61**, 23, 1997, pp. 4935–1943.
- [24] R. L  c  tu  su, **Mineralogia   i chimia solului**. Editura Universit  ţii „Alexandru Ioan Cuza” din Ia  i, 2000.
- [25] E. Bresler, B.L. McNeal, D.L. Carter, **Saline and Sodic Soils: Principles–Dynamics–Modeling**. Springer-Verlag, Berlin, 1982.
- [26] D. Bulgariu, C. Rusu, F. Filipov, L. Bulgariu, *Antrosolurile hortice din spații protejate. Studii chimico-mineralogice (Partea I) (Partea a III-a, capitolul 9). Studii   i cercetări în geo  tiin  te*, volumul I (Coord: C. Rusu, D. Bulgariu). Editura Universităţii „Alexandru Ioan Cuza” din Ia  i, 2016, pp. 159–184.
- [27] D. Bulgariu, C. Rusu, L. Bulgariu, D. Aștefanei, *Antrosolurile hortice din spații protejate. Studii chimico-mineralogice (Partea a II-a) (partea a III-a, capitolul 10). Studii   i cercetări în geo  tiin  te*, volumul I (Coord: C. Rusu, D. Bulgariu). Editura Universităţii „Alexandru Ioan Cuza” din Ia  i, 2016, pp. 185–214.
- [28] D. Bulgariu, A.A. Scarlat, L. Bulgariu, D. Aștefanei, S.C. Ciobanu, *Considera  ii privind analiza carbona  ilor din soluri* (partea a III-a, capitolul 8). **Studii   i cercetări în geo  tiin  te**, volumul II (Coord: C. Rusu, D. Bulgariu). Editura Universităţii „Alexandru Ioan Cuza” din Ia  i, 2018, pp. 185–232.
- [29] D. Bulgariu, D. Aștefanei, L. Bulgariu, *Considera  ii privind sărurile solubile din solurile ariei urbane a municipiului Iași (partea I) (partea*

a III-a; capitolul 6). **Studii și cercetări în geostiințe**, volumul IV (Coord: C. Rusu, D. Bulgariu). Editura Universității „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, 2021, pp. 261–298.

[30] J.P. Quirk, *Chemistry of saline soil sand their physical properties. Salinity and Water Use* (Editors: T. Talsma & J.R. Philip). MacMillan, New York, 1971.

[31] D. Bulgariu, C.O. Stan, C. Rusu, et al., *Actualizarea metodelor de analiză a solurilor și compatibilizarea lor cu sistemul român de taxonomie a solurilor (STRS 2012). Analiza materiei organice din soluri (Partea I). Particularități geo-pedomorfologice în bazinul mijlociu al Siretului* (Coord: I. Vasiliniuc, L. Niacșu, R.G. Pîrnău). Editura Universității „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, 2023, pp. 183–212.

Notă. Studiile au fost realizate cu suportul oferit de Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași și Filiala din Iași a Academiei Române (Centrul de Cercetări Geografice: Proiectul 3 / etapa 2025).

INVESTIGAȚII DE LABORATOR ÎN TIROIDITA AUTOIMUNĂ

Andreea-Diana PĂDURARU ¹, Gabriela DUMITRU ^{1*},
Silvia DUMITRAȘCU ², Elena TODIRAȘCU-CIORNEA ¹

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: *Tiroidita autoimună (tiroidita Hashimoto) reprezintă una dintre cele mai răspândite afecțiuni autoimune și principala cauză a hipotiroidismului. Această boală se caracterizează prin atacul sistemului imunitar asupra glandei tiroide, provocând inflamație cronică și disfuncție tiroidiană. Studiarea acestei afecțiuni este crucială datorită impactului său considerabil asupra sănătății publice, afectând în special femeile tinere și de vârstă medie, reprezentând o provocare majoră pentru sănătatea publică, cu implicații profunde asupra sistemului imunitar, hematologic și metabolic al pacienților. Prin înțelegerea detaliată a mecanismelor și efectelor acestei afecțiuni, se pot dezvolta intervenții mai eficiente și personalizate, contribuind la ameliorarea stării de sănătate și la prevenirea complicațiilor pe termen lung.*

Cuvinte cheie: Tiroidită autoimună; Inflamație; Factori de risc

Introducere

Tiroidita autoimună Hashimoto este cea mai comună formă de tiroidită autoimună, denumită astfel în onoarea medicului japonez Hakaru

Hashimoto, care a descris pentru prima dată această afecțiune în 1912. În tiroidita autoimună, sistemul imunitar al organismului începe să producă anticorpi care atacă și distrug celulele tiroidiene. Acest atac autoimun duce la o inflamație cronică a glandei tiroide, ceea ce poate cauza scăderea producției de hormoni tiroidieni esențiali, cum ar fi tiroxina (T4) și triiodotironina (T3), rezultând în hipotiroidism [1].

Tiroidita autoimună este principala cauză de gușă (mărirea glandei tiroide) și hipotiroidism dobândit la copii și adolescenți din regiunile unde aportul de iod este suficient. Boala este caracterizată histopatologic prin infiltrat limfocitar intens, fibroză (îngroșarea țesutului tiroidian din cauza cicatrizării), atrofie a parenchimului tiroidian și modificări eozinofilice ale celulelor acinare [2].

Această afecțiune apare mai frecvent la femei decât la bărbați, iar un procent semnificativ de pacienți (30-40%) au un istoric familial de boli tiroidiene, ceea ce sugerează o componentă genetică importantă. În cadrul patologiei pediatrice, tiroidita autoimună și diabetul zaharat de tip 1 sunt cele mai frecvent întâlnite boli autoimune [3].

Diagnosticul tiroiditei se face prin evaluarea clinică și paraclinică a pacientului. Simptomele comune includ oboseală, creștere în greutate, intoleranță la frig, constipație și depresie. La examinarea fizică, poate fi observată o gușă. Testele de sânge relevă de obicei niveluri ridicate de anticorpi antitiroidieni (anti-TPO și anti-tiroglobulină) și niveluri scăzute de hormoni tiroidieni liberi (T4 și T3), asociate cu niveluri crescute de hormon de stimulare tiroidiană (TSH) [4].

Tratamentul tiroiditei implică în principal terapia de substituție hormonală tiroidiană, de obicei sub forma levotiroxinei, pentru a normaliza nivelurile hormonilor tiroidieni și a ameliora simptomele hipotiroidismului. Monitorizarea regulată a funcției tiroidiene este esențială pentru ajustarea dozei de medicament și pentru a asigura stabilitatea metabolică a pacientului. De asemenea, este important de menționat că managementul tiroiditei include și monitorizarea eventualelor complicații asociate, cum ar fi afectarea funcției cardiovasculare, nivelurile anormale de lipide și riscul crescut de alte boli autoimune. O atenție specială trebuie acordată copiilor și adolescenților, pentru care tratamentul

adecvat și monitorizarea funcției tiroidiene sunt cruciale în perioada de creștere și dezvoltare [5].

Din punct de vedere epidemiologic, tiroidita autoimună prezintă câteva caracteristici distincte: tendința de agregare familială și asocierea cu alte boli autoimune extratiroidiene, cum ar fi diabetul zaharat de tip I, boala celiacă, alopecia, vitiligo sau boala Addison. Pacienții diagnosticați cu tiroidită autoimună sunt predispuși la dezvoltarea și altor afecțiuni autoimune. Un alt aspect notabil este legătura dintre tiroidita autoimună și anumite sindroame genetice, precum sindromul Down și sindromul Turner, care sunt adesea asociate cu disfuncții tiroidiene autoimune [6].

Tiroidita autoimună este una dintre principalele cauze ale hipotiroidismului primar. În această afecțiune, sistemul imunitar atacă glanda tiroidă, deteriorându-i funcția și reducând capacitatea acesteia de a produce hormoni tiroidieni. Acest atac autoimun asupra glandei tiroide poate duce la simptome precum oboseală, creștere în greutate, intoleranță la frig, constipație și depresie [7].

Epidemiologic, tiroidita autoimună afectează un număr semnificativ de adulți și poate varia în prevalență în funcție de regiunea geografică și de grupul demografic. Studiile au arătat că prevalența acestei afecțiuni este ridicată în multe părți ale lumii, fiind o problemă de sănătate publică importantă. Diagnosticul tiroiditei autoimune se bazează pe evaluarea clinică și paraclinică. Testele de sânge pentru detectarea anticorpilor antitiroidieni (cum ar fi anti-TPO și anti-tiroglobulină) sunt esențiale pentru confirmarea diagnosticului. Tratamentul principal pentru hipotiroidismul cauzat de tiroidita autoimună este terapia de substituție hormonală tiroidiană cu levotiroxină, care ajută la normalizarea nivelurilor hormonilor tiroidieni și ameliorarea simptomelor [6].

Progresia tiroiditei autoimune este influențată de factori genetici și de mediu, precum infecțiile, stresul, hormonii sexuali, aportul de iod și expunerea la radiații. Hipotiroidismul rezultat poate avea manifestări clinice variate și poate afecta numeroase sisteme din organism. De exemplu, pacienții pot resimți o slăbiciune musculară generalizată și pot avea dureri musculare și articulare. Declinul funcției tiroidiene poate provoca uscarea și fragilitatea pielii [7].

Hipotiroidismul afectează și părul, care poate deveni uscat și fragil, ducând la cădere excesivă. Oboseala persistentă și somnolența sunt simptome comune. De asemenea, funcția cognitivă poate fi afectată, cu tulburări de concentrare și memorie. Ritmul cardiac tinde să scadă, provocând bradicardie, și în unele cazuri, hipotiroidismul poate fi asociat cu hipertensiunea arterială. Pacienții devin mai sensibili la frig și pot experimenta creștere în greutate, deși nu toți cei cu hipotiroidism prezintă acest simptom [8].

Studii multiple au evidențiat aceste efecte, subliniind necesitatea unei monitorizări continue și a unei intervenții terapeutice adecvate pentru a gestiona eficient simptomele și pentru a preveni complicațiile pe termen lung. Tratamentul de substituție hormonală, de obicei cu levotiroxină, este esențial pentru a menține nivelurile hormonale normale și pentru a asigura bunăstarea pacienților [8].

Lucrarea de față are drept scop studiul unor indicatori hematologici și biochimici la pacienți diagnosticați cu tiroidită autoimună, cunoscut fiind faptul că identificarea și gestionarea factorilor de risc, dar și monitorizarea atentă a pacienților, sunt esențiale pentru prevenirea sau gestionarea progresiei către hipotiroidism manifest și pentru a asigura o bună calitate a vieții.

Material și metode de studiu

Studiul curent s-a efectuat pe un lot de 15 persoane de sex feminin diagnosticate cu tiroidită autoimună, cu vârste cuprinse între 20 și 30 de ani, în perioada mai 2023 – ianuarie 2024.

Hemoleucograma este un test fundamental de screening, adesea cerut în laborator, fiind primul pas în evaluarea stării hematologice și în diagnosticarea unei game variate de afecțiuni, atât hematologice, cât și non-hematologice, cuantificarea parametrilor hematologici, uneori completată de examinarea frotiului de sânge, furnizând informații esențiale, orientând ulterior către realizarea altor teste specifice.

În ce privește colesterolul, metoda utilizată este cea spectrofotometrică, folosind o tehnică enzimatică-colorimetrică. Această metodă implică utilizarea unor enzime specifice care catalizează reacțiile chimice necesare pentru măsurarea concentrației de colesterol în probele

de sânge. Reacția enzimatică produce un compus colorat, iar absorbția acestuia este măsurată spectrofotometric, oferind astfel o estimare precisă a concentrației de colesterol.

Metoda utilizată pentru determinarea creatininei măsoară modificările de absorbție a luminii în timp cauzate de reacția dintre creatinina din probă și reactivii chimici specifici, oferind astfel o evaluare precisă a concentrației de creatinină în sânge sau urină, iar metoda utilizată pentru determinarea glucozei a fost una spectrofotometrică.

Pentru determinarea anticorpilor împotriva tiroglobulinei, hormonului de stimulare tiroidiană (TSH) și parathormonului (PTH) s-a folosit metoda imunochimică, cu detecție prin electrochemiluminiscență.

Rezultate și discuții

Un prim obiectiv al studiului nostru a vizat sistematizarea datelor legate de numărul de leucocite la pacientele diagnosticate cu tiroidită autoimună (Fig. 1).

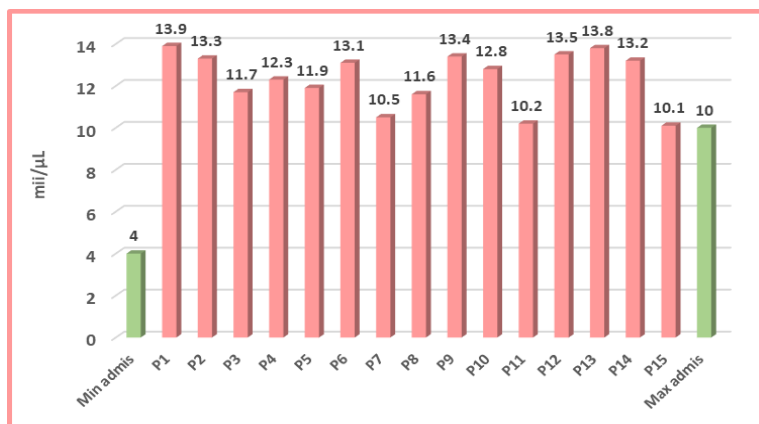


Fig. 1. Numărul de leucocite la pacientele luate în studiu

Pacientele cu diagnostic de tiroidită autoimună manifestă variații ale numărului de leucocite, intervalul fiziologic-normal variind între 4 și 10000/μL, acest indicator fiind esențial în evaluarea sănătății sistemului

imunitar al organismului. Analiza figurii de mai sus relevă faptul că valorile numărului de leucocite la aceste paciente depășesc limita superioară a intervalului normal ($10000/\mu\text{L}$), sugerând prezența leucocitozei, o condiție caracterizată de creșterea numărului de leucocite, care poate fi asociată cu activitatea inflamatorie din tiroidita autoimună [9]. Astfel, se observă o fluctuație a valorilor numărului de leucocite, cu o tendință de menținere a acestora peste $10000/\mu\text{L}$ sânge. Amplitudinea acestor fluctuații variază de la un minim de $10,1\text{mii}/\mu\text{L}$ sânge, la un maxim de $13,9\text{mii}/\mu\text{L}$ sânge. Este important de remarcat că femeile diagnosticate cu tiroidită autoimună tind să prezinte în general valori crescute ale numărului de leucocite, ceea ce indică un răspuns imunitar activ în organism. Monitorizarea constantă a acestui parametru este crucială pentru gestionarea eficientă a stării lor de sănătate, având în vedere că nivelurile crescute pot reflecta activitatea inflamatorie și pot indica necesitatea unui tratament adecvat și a unui management atent al bolii [10-11].

Figura 2 prezintă distribuția valorilor numărului de monocite în rândul grupului de paciente diagnosticate cu tiroidită autoimună. Intervalul de variație al acestor valori este cuprins între un minim de $0,19\text{mii}/\mu\text{L}$ sânge și un maxim de $1,33\text{mii}/\mu\text{L}$ sânge, ilustrând diferențe între indivizii din grup.

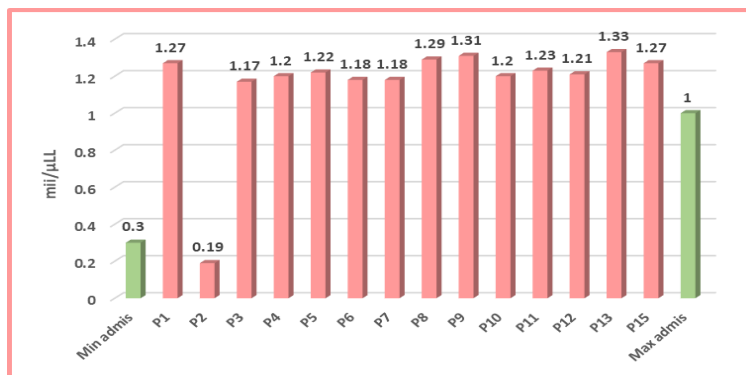


Fig. 2. Numărul de monocite la paciențele luate în studiu

Este important de subliniat că valorile numărului de monocite sunt deosebit de relevante în evaluarea răspunsului imun al pacienților cu tiroidită autoimună. Funcționând ca parte integrantă a sistemului imunitar, monocitele furnizează informații cruciale despre activitatea bolii și eficacitatea tratamentului administrat [12-13].

Astfel, pacientele cu valori atipice (0,19 mii/ μ L sânge), pot necesita investigații suplimentare și ajustări ale regimului terapeutic pentru a asigura o gestionare eficientă a bolii și un progres favorabil în cadrul tratamentului.

Figura 3 oferă o perspectivă asupra valorilor numărului de trombocite la pacienți diagnosticați cu tiroidită autoimună. Intervalul acestor valori se extinde de la un minim de 545.000/ μ L sânge la un maxim de 591000/ μ L sânge, indicând o variație moderată între indivizii din grup. Valorile extreme obținute, cum ar fi 545000/ μ L sânge și 591000/ μ L sânge, se situează la marginile acestui interval de variație, reflectând variații naturale în cadrul populației studiate.



Fig. 3. Numărul de trombocite la pacientele luate în studiu

Este esențial să subliniem că numărul de trombocite reprezintă un indicator critic în evaluarea stării de sănătate a pacienților cu tiroidită autoimună. Prin rolul lor în procesul de coagulare a sângelui și în răspunsul imun, trombocitele furnizează informații cruciale despre posibile complicații sau stări asociate cu boala [14-15].

Instabilitatea observată în date sugerează că o abordare personalizată în tratamentul și monitorizarea pacienților poate fi necesară. Pacienții cu valori divergente față de media grupului ar putea necesita investigații suplimentare și ajustări ale terapiei pentru a asigura o gestionare eficientă a bolii. Variațiile numărului de trombocite pot servi la identificarea pacienților cu riscuri mai mari de complicații hemoragice sau trombotice, furnizând informații cruciale pentru planificarea intervențiilor medicale și prevenirea complicațiilor asociate cu boala [14].

Graficul de mai jos (Fig. 4) oferă o imagine asupra valorilor concentrației de creatinină într-un grup format din 14 pacienți diagnosticați cu tiroidită autoimună. Intervalul acestor valori se întinde de la un minim de 1,06 mg/dL la un maxim de 1,60 mg/dL, indicând o variație moderată între indivizii din grup.

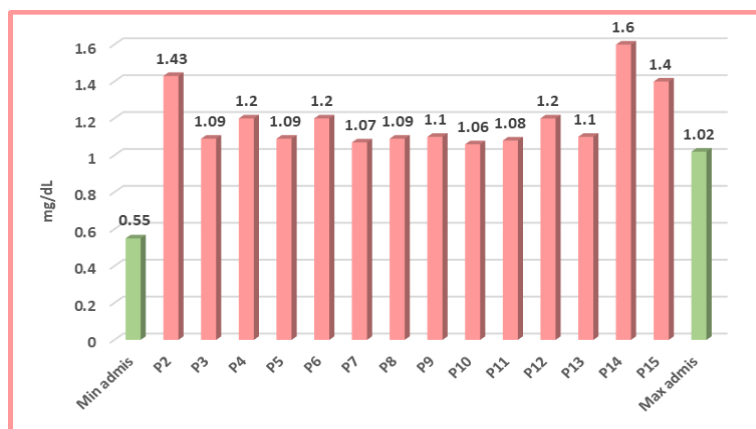


Fig. 4. Concentrația de creatinină la paciențele luate în studiu

Datele obținute variază, în general, între 1,07 și 1,20mg/dL, sugerând că aceste valori sunt reprezentative pentru acest eșantion de pacienți. Deși valorile extreme, cum ar fi 1,60 și 1,43mg/dL, se situează la marginile acestui interval de variație, ele ar putea indica anomalii potențiale sau cazuri speciale ce necesită investigații suplimentare. Cu toate acestea, un trend general stabil poate fi observat, cu cele mai multe valori oscilând în jurul unei medii de aproximativ 1,17mg/dL. Această

constatare sugerează o consistență relativă în concentrația de creatinină pentru majoritatea pacienților, chiar dacă există fluctuații individuale.

Valorile concentrației de creatinină joacă un rol esențial în evaluarea funcției renale. Creatinina, un produs de degradare musculară eliminat prin rinichi, oferă informații importante despre starea de sănătate renală a pacienților cu tiroidită autoimună [16-17].

Variabilitatea observată în date sugerează necesitatea unei monitorizări atente și a ajustărilor personalizate ale tratamentului pentru pacienți. Cei cu valori considerabil diferite față de media grupului ar putea necesita investigații suplimentare și ajustări ale terapiei [16].

Identificarea pacienților cu valori anormale ale creatininei poate contribui la prevenirea complicațiilor renale și la planificarea intervențiilor medicale necesare pentru menținerea unei funcții renale optime [16].

Din figura 5 se observă valorile concentrației de colesterol total în rândul a 12 paciente diagnosticate cu tiroidită autoimună. Variabilitatea acestor valori este evidentă, cuprinzând de la un minim de 209 mg/dL până la un maxim de 319mg/dL. Această variație semnificativă indică diferențe considerabile între pacienți în ceea ce privește nivelurile de colesterol total.

Valorile predominante se concentrează în principal între 212 și 271mg/dL, sugerând că aceste niveluri sunt caracteristice pentru grupul studiat. Totuși, există valori extreme care se situează la marginea intervalului de variație și ar putea indica potențiale anomalii sau cazuri speciale necesitând investigații suplimentare. Este esențial să subliniem rolul crucial al valorilor concentrației de colesterol total în evaluarea riscului cardiovascular.

Nivelurile crescute de colesterol total reprezintă un factor de risc major pentru boli cardiovasculare, iar monitorizarea acestora este esențială pentru prevenirea complicațiilor cardiovasculare la pacienții cu tiroidită autoimună [18-19].

Fluctuația datelor obținute indică necesitatea unei monitorizări atente și a unor ajustări personalizate ale tratamentului pentru pacienți. Cei cu niveluri foarte diferite de la media grupului pot necesita investigații suplimentare și ajustări ale dietei și medicației pentru a controla nivelul colesterolului total și pentru a reduce riscul de complicații cardiovasculare [18]. Identificarea pacienților cu valori anormale ale colesterolului total

este crucială pentru prevenirea complicațiilor cardiovasculare și pentru planificarea intervențiilor medicale necesare pentru a menține o sănătate cardiovasculară optimă.

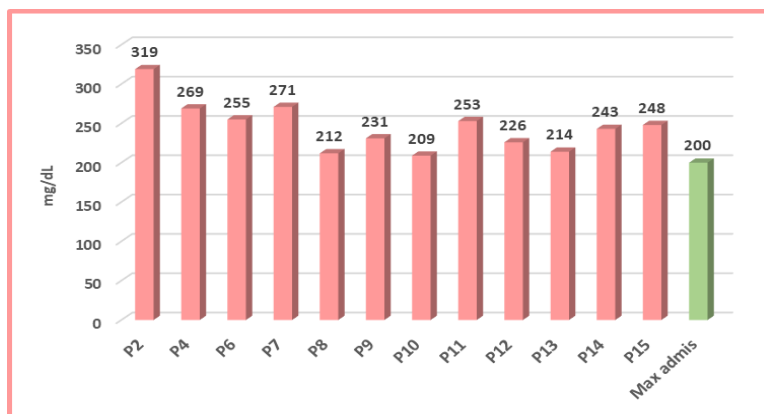


Fig. 5. Concentrația de colesterol total la pacientele luate în studiu

Figura 6 oferă o perspectivă asupra valorilor concentrației de colesterol LDL (lipoproteine cu densitate joasă) în rândul a 13 pacienți diagnosticați cu tiroidită autoimună.

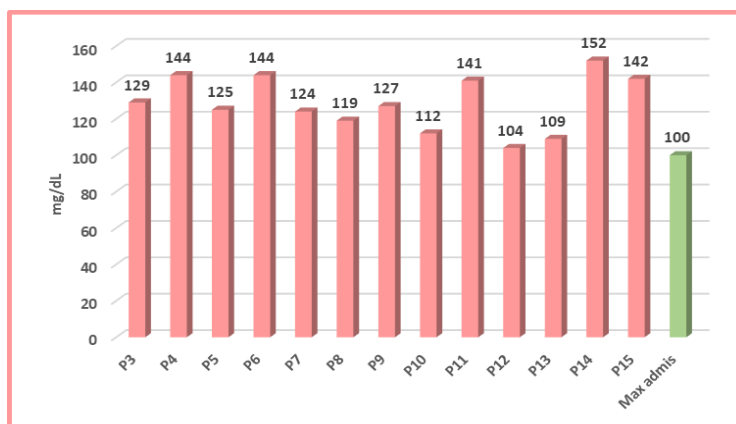


Fig. 6. Concentrația fracțiunii LDL-colesterol la pacientele luate în studiu

Variabilitatea acestor valori este evidentă, cu valori care oscilează între un minim de 104mg/dL și un maxim de 152mg/dL. Această gamă de valori indică o variație moderată între pacienți, în ceea ce privește nivelurile de colesterol LDL.

Valorile predominante se concentrează în principal între 119 și 144mg/dL, sugerând că aceste niveluri sunt caracteristice pentru grupul studiat. Cu toate acestea, există valori extreme care se află la marginea intervalului de variație și pot indica potențiale anomalii sau cazuri speciale necesitând investigații suplimentare [20].

Este esențial să subliniem rolul crucial al valorilor concentrației de colesterol LDL în evaluarea riscului cardiovascular. Nivelurile crescute de colesterol LDL reprezintă un factor major de risc pentru boli cardiovasculare, iar monitorizarea acestora este esențială pentru prevenirea complicațiilor cardiovasculare la pacienții cu tiroidită autoimună [20-21].

Labilitatea identificată în ceea ce privește datele indică necesitatea unei monitorizări atente și a ajustărilor personalizate ale tratamentului pentru pacienți. Cei cu niveluri foarte diferite de media grupului pot necesita investigații suplimentare și ajustări ale dietei și medicației pentru a controla nivelul colesterolului LDL și pentru a reduce riscul de complicații cardiovasculare [22].

Variabilitatea valorilor concentrației de anti-TPO (anticorpi antitiroid-peroxidază) înregistrată în cadrul acestui grup de pacienți, cu niveluri care variază între un minim de 27,6U/mL și un maxim de 190,38U/mL, indică o diversitate semnificativă între subiecții analizați (Fig. 7).

Valorile extreme sunt observate la marginile intervalului de variație și pot indica posibile anomalii sau cazuri speciale care necesită investigații suplimentare pentru a fi înțelese pe deplin, cunoscut fiind faptul că valorile concentrației de anti-TPO joacă un rol esențial în diagnosticul și monitorizarea tiroiditei autoimune.

Nivelurile ridicate ale acestor anticorpi indică o reacție autoimună împotriva glandei tiroide, semnalând prezența și severitatea afecțiunii. Variabilitatea observată în date sugerează necesitatea unei monitorizări atente și a ajustărilor personalizate ale tratamentului pentru fiecare pacientă în parte. Cele cu niveluri extrem de divergente față de media grupului ar

putea necesita investigații suplimentare și modificări ale strategiei terapeutice pentru a asigura un management eficient al bolii [23].

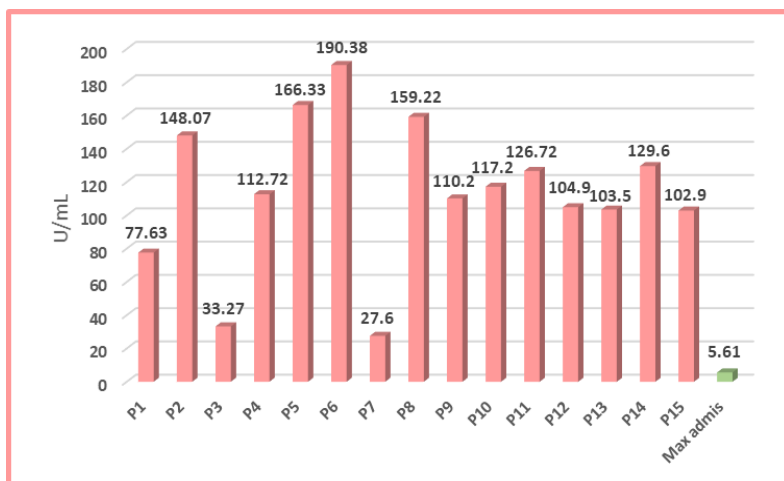


Fig. 7. Concentrația de anti TPO la pacientele luate în studiu

Identificarea pacientelor cu niveluri anormale ale anti-TPO este crucială pentru prevenirea complicațiilor și pentru planificarea intervențiilor medicale necesare pentru menținerea sănătății optime și gestionarea corectă a tiroiditei autoimune în cadrul acestui grup de paciente tinere [22-23].

Figura 8 oferă o analiză detaliată a valorilor concentrației de antitiroglobulină în rândul unui grup format din 15 paciente cu vârstă cuprinsă între 20 și 30 de ani, fiecare diagnosticate cu tiroidită autoimună. Intervalul acestor valori variază între un minim de 4,76U/mL și un maxim de 14,51U/mL, reflectând o variație moderată între paciente în ceea ce privește nivelurile de antitiroglobulină.

Observăm faptul că există o serie de valori extreme, precum 14,51 și 4,76U/mL, care se află la limita intervalului de variație și ar putea indica potențiale anomalii sau cazuri speciale care necesită investigații suplimentare pentru a fi înțelese pe deplin, valorile concentrației de

antitiroglobulină având o importanță crucială în diagnosticul și monitorizarea tiroiditei autoimune.

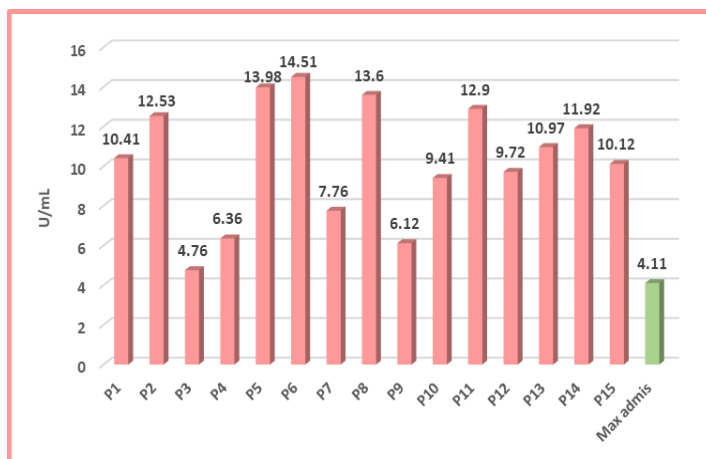


Fig. 8. Concentrația de antitiroglobulină la pacientele luate în studiu

Nivelurile ridicate ale acestor anticorpi indică prezența unei reacții autoimune împotriva glandei tiroide, semnalând astfel prezența și severitatea bolii [24-25].

Figura de mai jos oferă o reprezentare a nivelurilor concentrației de hormon stimulant al tiroidei (TSH) măsurate la pacientele diagnosticate cu tiroidită autoimună, această afecțiune fiind caracterizată de atacul sistemului imunitar asupra glandei tiroide, afectând astfel producția de hormoni tiroidieni [26].

Astfel, observăm că majoritatea valorilor sunt cuprinse între 5 și 5,3 μ UI/mL, indicând o concentrare predominantă în această plajă. Există, de asemenea, o tendință către valori mai apropiate de partea superioară a intervalului normal al concentrației TSH, cu o concentrație medie în jurul valorilor de 5,1 - 5,2 μ UI/mL (Fig. 9). Variațiile între valorile măsurate sunt minore, iar lipsa punctelor extreme sugerează o distribuție uniformă a acestora.

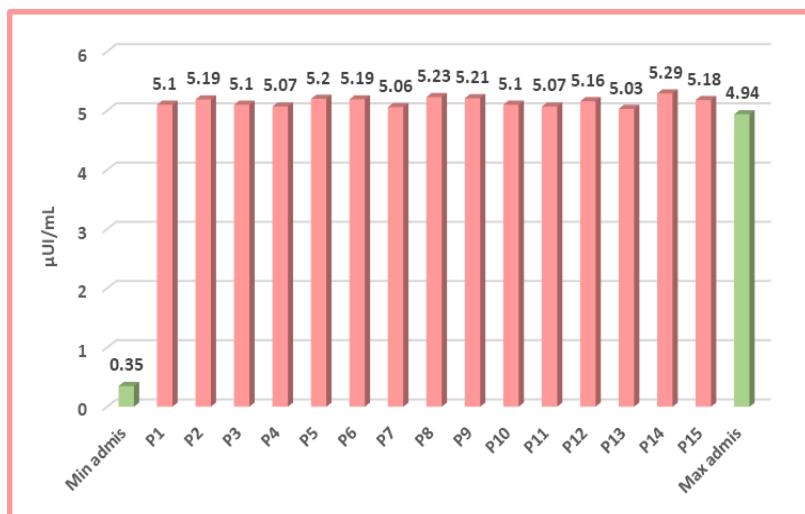


Fig. 9. Concentrația de TSH la paciențele luate în studiu

Paciențele luate în studiu prezintă, în general, concentrații de TSH care tind să depășească partea superioară a intervalului fiziologic-normal, acest echilibru sugerând, probabil, un control adecvat al bolii și un răspuns terapeutic eficient. Cu toate acestea, este esențială monitorizarea regulată pentru a detecta și gestiona orice devieri sau schimbări semnificative în concentrația TSH, care ar putea indica o evoluție a bolii sau necesitatea ajustării tratamentului [26-27].

În ceea ce privește nivelul concentrației de hormon paratiroidian (PTH) măsurat la paciențele cu vârsta între 20 și 30 de ani diagnosticate cu tiroidită autoimună, rezultatele au fost ilustrate grafic în figura de mai jos, cunoscut fiind faptul că în această afecțiune, pe lângă glanda tiroidă, pot fi afectate și glandele paratiroide, care sunt responsabile pentru secreția de PTH, un hormon esențial în reglarea nivelului de calciu din sânge [28].

Valorile concentrației de PTH arată o distribuție largă, cu variații semnificative între paciențele diagnosticate cu tiroidită autoimună, fluctuând între 71 și 109pg/mL. Nu se observă o tendință clară în distribuția acestor valori, iar nivelurile pot să difere semnificativ de la un pacient la altul.

Există câteva valori care ies în evidență din distribuția generală a datelor (71 pg/mL și 109 pg/mL), aceste puncte indicând anomalii sau particularități în răspunsul hormonal al unor pacienți sau pot reflecta influențe suplimentare asupra nivelurilor de PTH (Fig. 10) [28].

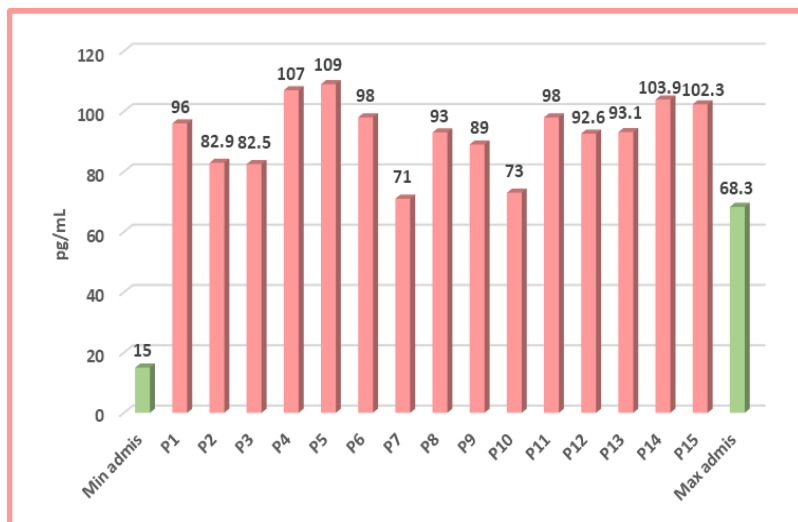


Fig. 10. Concentrația de PTH la paciențele luate în studiu

Observăm o variabilitate semnificativă între valorile măsurate, reflectând posibile diferențe în stadiul și severitatea tiroiditei autoimune la paciențele din această grupă de vârstă. Totuși, graficul sugerează o anumită stabilitate în distribuția generală a nivelurilor de PTH, indicând o consistență relativă în răspunsul hormonal al paciențelor în cadrul acestei categorii de vârstă [29].

Astfel, paciențele cu vârsta cuprinsă între 20 și 30 de ani, diagnosticate cu tiroidită autoimună, prezintă o variație semnificativă a nivelurilor de PTH, reflectând diversitatea răspunsului hormonal la subiecții analizați. Monitorizarea regulată a concentrației de PTH este esențială pentru evaluarea stării hormonale și pentru a ghida un management adecvat al tiroiditei autoimune [29-30].

Concluzii

Pe baza datelor experimentale se desprind următoarele concluzii:

1. Se constată o fluctuație a valorilor numărului de leucocite, menținându-se de obicei peste 10000/ μ L sânge, acest lucru sugerând un răspuns imunitar activ și necesitatea monitorizării constante pentru gestionarea adecvată a stării de sănătate a pacienților, în timp ce trombocitele, prezintă o fluctuație moderată între pacienți.

2. Monitorizarea nivelurilor de colesterol total este esențială pentru prevenirea complicațiilor cardiovasculare, variabilitatea observată sugerând necesitatea unor ajustări personalizate ale tratamentului. Pacienții cu valori extreme necesită investigații suplimentare și ajustări ale tratamentului pentru a controla nivelul de LDL-colesterol.

3. Valorile anti-TPO, variază între 27,6 și 190,38U/mL și reflectă severitatea bolii autoimune, monitorizarea nivelurilor anti-TPO fiind esențială pentru diagnosticarea și gestionarea tiroiditei autoimune, iar variabilitatea observată necesită ajustări personalizate ale tratamentului.

4. Nivelurile de antitiroglobulină variază între 4,76 și 14,51U/mL, cu o medie de aproximativ 10,52U/mL, valorile ridicate indicând prezența unei reacții autoimune.

5. Concentrațiile de TSH variază între 5 și 5,3 μ UI/mL, indicând un control adecvat al bolii și un răspuns terapeutic eficient, datele din literatură indicând faptul că o monitorizare regulată a nivelurilor de TSH este esențială pentru a detecta și gestiona orice devieri semnificative, care ar putea indica necesitatea ajustării tratamentului, în timp ce nivelurile de PTH variază între 71 și 109pg/mL, indicând o diversitate în ceea ce privește răspunsul hormonal în tiroidita autoimună.

6. Variabilitatea observată în ceea ce privește parametrii hematologici, hormonal și biochimici ai pacienților cu tiroidită autoimună luate în studiu subliniază necesitatea unei monitorizări atente și a unor ajustări personalizate ale tratamentului. Identificarea și gestionarea pacienților cu valori anormale sunt esențiale pentru prevenirea complicațiilor și pentru asigurarea unui management eficient al bolii.

Referințe bibliografice

- [1] G. Radetti G, *Clinical aspect of Hashimoto Thyroiditis*, In Szinnai G (ed) *Pediatric Thyroidology*, **Karger**, **26**, 2014, pp. 159-170.
- [2] O. Costin, P.A.U.A.L.A. Grigorescu-Sido, V. Cret, *Tiroidita autoimună la copiii și adolescenții cu diabet zaharat tip 1*, **Clujul Medical**, **82(2)**, 2009, pp. 270.
- [3] M. Galesanu, *Tratament homeopatic in tiroidita autoimună*, **Revista de Homeopatia**, **74(4)**, 2011, pp. 28-30.
- [4] I. Sclifos, *Particularități ale diagnosticului și tratamentului carcinomului tiroidian asociat cu tiroidita autoimună*, **Teză de doctor în științe medicale**, 2022, 321.20.
- [5] L. Vudu, *Tiroidita autoimună-cauză frecventă a hipotiroidiei primare*, **Sănătate Publică, Economie și Management în Medicină**, **73(3)**, 2017, pp. 181-184.
- [6] E. Condrațchi, M. Silvestrov, I. Cărăuș, I. Ciupac, I., O. Vakulchyk, *Prezentare de caz: metastază de carcinom cu celule Merkel în glanda tiroidă*, **Arta Medica: Al XIV-lea Congres al Asociației Chirurgilor „Nicolae Anestiadi” și al IV-lea Congres al Societății de endoscopie, chirurgie minim invazivă și ultrasonografie „VM Guțu” din Republica Moldova**, Chișinău, 2023.
- [7] B.A. Khaled, S.S. Chinnasamy, *Scintigrafia cu iod-123 (I-123) și iod-131 (I-131): aplicații diagnostice și terapeutice în cancerul de glandă tiroidă*, **Culegere de rezumate științifice ale studenților, rezidenților și tinerilor cercetători**, 2019, pp. 196-198.
- [8] J. Hubbard, W.B. Inabnet, C.-Y. Lo, *Endocrine surgery: principles and practice*, **Springer Science & Business Media**, 2009.
- [9] M. Abdelmulo, S. Botonal, G. Modawe, *The impact of thyroid dysfunction of renal function tests*, **Saudi Journal of Kidney Disease and Transplantation**, 2013, pp. 132-134, DOI: 10.4103/1319-2442.106310.
- [10] M. Bilge, A. Yesilova, M. Adas, A. Helvacı, *Neutrophil-and platelet-to lymphocyte ratio in patients with euthyroid hashimoto's thyroiditis*, **Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes**, **127(08)**, 2019, pp.545-549, DOI: 10.1055/a-0723-3441.

- [11] E. Erge, C. Kiziltunc, S.B. Balci, B.M. Atak Tel, S. Bilgin, T.T. Duman, G. Aktas, *A novel inflammatory marker for the diagnosis of Hashimoto's thyroiditis: Platelet-count-to-lymphocyte-count ratio*, **Diseases**, **11**(1), 2023, Article Numebr 15, DOI: 10.3390/diseases11010015.
- [12] S. Bijayalaxmi, B. Parijatham, *Effects of hypothyroidism on total cholesterol, Triglycerides and LDL*, **Scholars Journal of Applied Medical Sciences**, 2016, pp. 2056-2058, DOI: 10.36347/sjams.2016.v04i06.038.
- [13] X. Chen, Y. Wang, Y. Qi, J. Yan, F. Huang, M. Zhou, W. Wang, G. Ning, Y. Zhou, S. Wang, *Expansion of inflammatory monocytes in periphery and infiltrated into thyroid tissue in Graves' disease*, **Scientific Reports**, **11**(1), 2021, Article Number 13443, DOI: 10.1038/s41598-021-92737-4.
- [14] A. Makadar, A. Sonagra, T. Imadat, T. Shylaja, *Correlation between glycemic control and thyroid status in patients with type 2 Diabetes Mellitus*, **International Journal of Biotechnology and Biochemistry**, **14**(2), 2018, pp. 85-93.
- [15] Y.T. Cao, K.Y. Zhang, J. Sun, Y. Lou, T.S. Lv, X. Yang, W.H. Zhang, J.Y. Yu, Q.B. Wu, X.Y. Zhou, *Platelet abnormalities in autoimmune thyroid diseases: A systematic review and meta-analysis*, **Frontiers in Immunology**, **13**, 2022, Article Number 1089469.
- [16] K. Siewko, A. Poplawska-Kita, B. Telejko, M. Kosciuszko-Zdrodowska, R. Milewski, M. Gorska, *Body mass analysis in patients with Hashimoto tyroiditis*, **Progress in Health Sciences**, **4**, 2014, pp. 18-23.
- [17] M. Simeoni, A. Cerantonio, I. Pastore, R. Liguori, M. Greco, D. Foti, E. Gulletta, A. Brunetti, G. Fuiano, *The correct renal function evaluation in patients with thyroid dysfunction*, **Journal of Endocrinological Investigation**, **39**, 2016, pp.495-507.
- [18] L.H. Duntas, G. Brenta, *Thyroid hormones: a potential ally to LDL-cholesterol-lowering agents*, **Hormones**, **15**(4), 2016, pp. 500-510.
- [19] H. Cengiz, T. Demirci, C. Varim, A. Tamer, A., *The effect of thyroid autoimmunity on dyslipidemia in patients with euthyroid hashimoto*

- thyroiditis*, **Pakistan Journal of Medical Sciences**, 37(5), 2021, Article Number 1365, DOI: 10.12669/pjms.37.5.3883.
- [20] J. Liu, J. Fu, Y. Jia, N. Yang, J. Li, G. Wang, *Serum metabolomic patterns in patients with autoimmune thyroid disease*, **Endocrine Practice**, 26(1), 2020, pp. 82-96, DOI: 10.4158/EP-2019-0162.
- [21] B.C. Storey, N. Staplin, R. Haynes, C. Reith, J. Emberson, W.G. Herrington, D.C. Wheeler, R. Walker, B. Fellström, C. Wanner, M.J. Landray, *Lowering LDL cholesterol reduces cardiovascular risk independently of presence of inflammation*, **Kidney International**, 93(4), 2018, pp.1000-1007, DOI: 10.1016/j.kint.2017.09.011.
- [22] E. Pucci, L. Chiovato, A. Pinchera, *Thyroid and lipid metabolism*, **International Journal of Obesity**, 24(2), 2000, S109-S112.
- [23] T. Siriwardhane, K. Krishna, V. Ranganathan, V. Jayaraman, T. Wang, K. Bei, H. Krishnamurthy, *Significance of anti-TPO as an early predictive marker in thyroid disease*, **Autoimmune Diseases**, 1, 2019, Article Number 1684074, DOI: 10.1155/2019/1684074.
- [24] E. Fröhlich, R. Wahl, *Thyroid autoimmunity: role of anti-thyroid antibodies in thyroid and extra-thyroidal diseases*, **Frontiers in Immunology**, 8, 2017, Article Number 512, DOI: 10.3389/fimmu.2017.00521.
- [25] E.J. Jeenar, M. Malathi, K. Sudeep, *A hospital-based study of anti-TPO titer in patients with thyroid disease*, **Muller Journal of Medical Sciences and Research**, 4(2), 2013, pp. 74-77, DOI: 10.4103/0975-9727.118228.
- [26] L. Chiovato, F. Latrofa, L.E. Braverman, F. Pacini, M. Capezzone, L. Masserini, A. Pinchera, *Disappearance of humoral thyroid autoimmunity after complete removal of thyroid antigens*, **Annals of Internal Medicine**, 139(5), 2003, pp. 346-351, DOI: 10.7326/0003-4819-139-5_Part_1-200309020-00010.
- [27] L. Yang, H. Wang, J. Guo, G. Zheng, D. Wei, T. Zhang, *Low normal TSH levels and thyroid autoimmunity are associated with an increased risk of osteoporosis in euthyroid postmenopausal women*, **Endocrine, Metabolic & Immune Disorders-Drug Targets**

(Formerly Current Drug Targets-Immune, Endocrine & Metabolic Disorders), 21(5), 2021, pp.859-865, DOI: 10.2174/1871530320666200810144506.

- [28] S. Malandrini, P. Trimboli, G. Guzzaloni, C. Virili, B. Lucchini, *What about TSH and anti-thyroid antibodies in patients with autoimmune thyroiditis and celiac disease using a gluten-free diet?, A systematic review*, **Nutrients**, 14(8), 2022, Article Number 1681, DOI: 10.3390/nu14081681.
- [29] R.C. Padmos, R.C. Drexhage, H. de Wit, A. Berghout, H.A. Drexhage, *An inflammatory gene-expression fingerprint in monocytes of autoimmune thyroid disease patients*, **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, 95(4), 2010, pp.1962-1971, DOI: 10.1210/jc.2009-1455.
- [30] M. Han, H. Wu, W. Yang, J. Chen, *Analysis of risk factors for the development of type 2 diabetes mellitus complicated with Hashimoto's thyroiditis*, **BMC Endocrine Disorders**, 22(1), 2022, Article Number 173, DOI: 10.1186/s12902-022-01092-6.

α -TALASEMIA: PATOFIZIOLOGIE, EPIDEMIOLOGIE, STRATEGII DE PREVENIRE ȘI CONTROL

Ioana TĂRÎȚĂ¹, Gabriela DUMITRU^{1*},
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: *Alfa talasemia este o tulburare genetică hematologică complexă, caracterizată prin producerea insuficientă de lanțuri alfa de hemoglobină. Această afecțiune are implicații semnificative asupra sănătății și necesită o abordare integrată pentru diagnosticare, tratament și prevenire. Manifestările clinice ale bolii sunt dependente de numărul de gene afectate. Persoanele cu o singură genă alfa afectată sunt de obicei purtători asimptomatici, cu două gene afectate, se manifestă alfa talasemie minoră, caracterizată prin anemie ușoară. Când trei gene sunt afectate, apare boala hemoglobinei H, prezentând anemie hemolitică moderată până la severă și splenomegalie. Forma cea mai severă, hidrops fetalis, apare atunci când toate cele patru gene sunt afectate, rezultând de obicei moartea fetală sau nașterea unui copil cu multiple complicații severe.*

Cuvinte cheie: *α -Talasemia; Patofiziologie; Prevenire; Factori de risc*

Patogeneză și epidemiologie

Anemiile hemolitice constituie un grup de tulburări care se disting prin distrugerea prematură a eritrocitelor. În contextul alfa talasemiei,

anemia hemolitică apare din cauza producției inadecvate a lanțului alfa, culminând cu formarea aberantă a hemoglobinei și descompunerea accelerată a eritrocitelor în splină și alte organe reticuloendoteliale. Acest proces hemolitic contribuie la dezvoltarea anemiei persistente, icterului și splenomegaliei. Anemiile hemolitice pot fi ereditare, așa cum se observă în alfa talasemie, sau dobândite, provenite din diverși factori, cum ar fi anomalii ale membranei, enzimatice sau imune [1].

Hemoglobina servește ca o proteină crucială a eritrocitelor responsabilă de transportul oxigenului de la plămâni la țesuturile periferice și transportul ulterior al dioxidului de carbon înapoi în plămâni pentru expirație. Anomaliile hemoglobinei pot duce la diverse tulburări, inclusiv talasemiile și anemiile hemolitice. Orice defecte în structura sau producția hemoglobinei pot duce la disfuncții severe, afectând capacitatea de transport a oxigenului și provocând simptome clinice variate. Diferențele genetice pot duce la variante anormale de hemoglobină, cum ar fi HbS în anemia cu celule secerătoare și HbH în alfa talasemie, identificarea acestor variante fiind crucială pentru diagnostic și tratament.

Hemoglobina normală cuprinde două lanțuri alfa și două lanțuri beta. În cazurile de alfa talasemie, sinteza defectuoasă a lanțului alfa perturbă echilibrul necesar pentru formarea funcțională a hemoglobinei, ducând la creșterea producției și precipitării lanțului beta liber, favorizând astfel hemoliza și disfuncția eritrocitelor [2, 3].

În ce privește α -talasemia, o deficiență sau absența lanțurilor de α -globină duce la acumularea de lanțuri normale de β -globină la adulți și lanțuri γ -globină la fete. Acest surplus de lanțuri β -globină dă naștere ulterior formării de tetrameri β -4, notați ca HbH. În schimb, la făt, prezența tetramerilor Hb Bart sau γ -4 (γ 4) este un rezultat direct al lanțurilor excesive de γ -globină care se adună. Din păcate, acești tetrameri prezintă o incapacitate de a transporta eficient oxigenul în țesuturi, culminând cu hipoxie tisulară și anemie ulterioară. Patogeneza anemiei în α -talasemie cuprinde patru componente primare:

- 1) eritropoieză inefficientă,
- 2) gene α diminuate sau absente,
- 3) hemoliza intracorpulară

4) producția de HB Bart și HbH datorită cantităților insuficiente de lanțuri α -globină [4].

Sindromul Hydrops Fetalis cu hemoglobină Bart este o etiologie predominantă a întreruperii sarcinii în regiunea Asiei de Sud-Est. Descendenții fie se prezintă ca născuți morți între săptămâna 34 și 40 de gestație, fie supraviețuiesc scurt după naștere. Manifestările clinice includ paloare, edem și hepatosplenomegalie, asemănătoare cu hidropurile fetale rezultate din incongruența grupului sanguin Rh. Examinările post-mortem relevă hematopoieză extramedulară extinsă și placentă mărită, însoțite de diverse malformații congenitale. Au fost identificate mai multe cazuri de salvare neonatală prin identificare prenatală și transfuzii de schimb. Acești indivizi au progresat normal în creștere și dezvoltare, deși s-au bazat pe transfuzii regulate de sânge. Sindromul este adesea legat de apariții crescute de hipertensiune arterială indusă de sarcina maternă și complicații de naștere datorate placentelor supradimensionate. Etiologia din spatele hipertrofiei placentare rămâne evazivă, speculațiile îndreptându-se spre hipoxie intrauterină severă, asemănătoare fiziopatologiei observate în hidropurile fetale induse de incompatibilitatea Rh [5].

Manifestarea clinică diversă a α -talasemiei și a retardului mental prezintă un scenariu complex. Cazurile legate de deleția cromozomială, în special ATR-16 (sindromul de retard mental legat de cromozomul α -talasemie 16), prezintă manifestări clinice variate în funcție de amploarea defectului cromozomial, α -talasemia și retardul mental fiind caracteristici consistente. Această variabilitate este parțial influențată de mărimea delețiilor, afectând genele asociate cu scleroza tuberculoasă și boala polichistică a rinichilor. În timp ce în astfel de cazuri, ultimele condiții pot umbri prezentarea clinică, retardul mental și α -talasemia rămân predominante. Profilul clinic al celui alt grup de tulburări, care rezultă din mutații în ATR-X, cuprinde anomalii scheletice, trăsături faciale distinctive, hipotonie neonatală, nereguli genitale și o serie de caracteristici mai puțin răspândite, alături de retard mental și α -talasemie [6].

Alfa-talasemia este mai frecvent cauzată de deleții decât de mutații punctiforme unice sau inserții și deleții de nucleotide care implică secvențele canonice ce controlează expresia genelor. În general, determinanții non-deleționali ai alfa+-talasemiei pot duce la o reducere mai

severă a sintezei lanțului alfa decât tipul de cromozomi cu deleție $-\alpha$. Multe mutații au fost descrise, afectând procesarea mRNA, traducerea mRNA și stabilitatea globinei alfa. Cele mai comune variante non-deleționale sunt mutațiile situsului de poliadenilare, mutațiile codonului de terminare care duc la variante alungite de hemoglobină și mutațiile structurale care cauzează variante de globină alfa foarte instabile [7].

Monitorizarea atentă și tratamentul adecvat sunt necesare pentru a gestiona simptomele și a preveni complicațiile pe termen lung. Terapia genică și alte intervenții avansate sunt în curs de dezvoltare pentru a corecta defectele genetice ale hemoglobinei. Acestea promet să ofere soluții definitive pentru multe dintre tulburările asociate hemoglobinei anormale [8, 9].

Talasemiile α sunt larg răspândite în Africa, țările mediteraneene, Orientul Mijlociu și Asia de Sud-Est. Talasemiile α^0 se găsesc cel mai frecvent în populațiile mediteraneene și orientale, fiind extrem de rare în populațiile africane și din Orientul Mijlociu. Cu toate acestea, formele de deleție ale talasemiei α^+ apar cu frecvență ridicată în Africa de Vest, regiunea mediteraneeană, Orientul Mijlociu și Asia de Sud-Est. În Statele Unite, aproximativ 30% dintre americanii de origine africană poartă gena talasemiei α^+ . Până la 80% din populația din anumite regiuni ale Papua Noua Guinee sunt purtători ai formei de deleție a talasemiei α^+ . Frecvența formelor non-deleție ale talasemiei α^+ în diferite populații este incertă, dar acestea au fost raportate destul de des în unele populații din insulele mediteraneene, precum și în Orientul Mijlociu și Asia de Sud-Est. Deoarece sindromul hidropic Bart's și boala hemoglobinei H necesită prezența unui determinant de talasemie α^0 , aceste tulburări sunt frecvente doar în Asia de Sud-Est și în anumite părți ale regiunii mediteraneene. Mutații de terminare ai lanțului α , cum ar fi hemoglobina Constant Spring, sunt deosebit de comuni în Asia de Sud-Est, unde aproximativ 4% din populația Thailandei sunt purtători [5, 10].

Manifestări clinice

Clinicienii trebuie să dețină cunoștințe și înțelegere a etapelor implicate în diagnosticul α -talasemiei și recomandările ulterioare necesare pentru managementul specializat și consilierea genetică. În cazul în care

este suspectată α -talasemia, după diagnosticul diferențial inițial și testele primare de laborator, este foarte important ca pacientul să fie direcționat către un hematolog cu expertiză în talasemie sau la un centru de talasemie pentru tipizarea Hb și analiza ADN-ului. Gestionarea α -talasemiei necesită în mod ideal o echipă multidisciplinară formată din hematologi, geneticieni, farmaciști și dieteticieni. În timp ce pacienții cu manifestări mai severe ale bolii necesită îngrijire specializată, cei cu boală ușoară a HbH pot renunța de obicei la tratament și pot fi supravegheați de pediatru pentru orice progresie sau complicații ale bolii, iar consilierea reproductivă ar trebui recomandată tuturor adulților care poartă o mutație α -talasemică [11].

Anemia cronică

α +Talasemia heterozigotă are ca rezultat de obicei o producție adecvată a lanțului α pentru a asigura sinteza normală a hemoglobinei, ducând la anemie minimă sau absentă la indivizii afectați. În schimb, persoanele cu α + -talasemie homozigotă sau $\alpha 0$ -talasemie prezintă adesea anemie ușoară, definită ca niveluri de hemoglobină sub 13,5g/dL pentru bărbați sau 12,0g/dL pentru femei. Severitatea anemiei în boala HbH variază între pacienți, cu niveluri de hemoglobină cuprinse între 4 și 13g/dL, chiar și în cadrul aceluiasi genotip. Comparativ, boala HbH nedeletională tinde să se manifeste ca anemie mai profundă decât boala HbH delețională. Un studiu care a implicat 106 pacienți cu boală HbH delețională și 46 cu boală HbH nedeletională a demonstrat că anemia netransfuzată a fost mai severă la persoanele cu boală HbH nedeletională (cu o hemoglobină medie de $9,4 \pm 0,8$ g/dL față de $8,7 \pm 1,5$ g/dL) [12, 13].

Datele de la pacienții cu β -talasemie non-dependentă de transfuzie indică faptul că nivelurile de hemoglobină sub 10 g/dL sunt legate de riscuri crescute de morbiditate și mortalitate pe termen lung, cu o reducere potențială a riscului asociată cu fiecare creștere de 1g/dL. Acest lucru a dus la o reevaluare a abordării tratării anemiei în această cohortă de pacienți, contestând noțiunile anterioare conform cărora anemia ușoară până la moderată în talasemia non-dependentă de transfuzie (NTDT) ar putea fi lăsată netratată. În consecință, studiile clinice care evaluează agenți noi pentru NTDT includ adesea un criteriu inițial al concentrației hemoglobinei de $\leq 10,0$ g/dL pentru eligibilitate. Transfuziile inadecvate la

pacienții cu β -talasemie dependenți de transfuzie au fost corelate cu rate reduse de supraviețuire, deosebit de evidente în studiile efectuate în regiuni cu resurse medicale limitate. Cu toate acestea, este important să reținem că, spre deosebire de β -talasemie, eritropoeiza inefficientă este mai puțin pronunțată în α -talasemie, sugerând că persoanele cu α -talasemie pot să nu necesite intervenție din cauza unei probabilități mai mici de a dezvolta complicații observate la pacienții cu β -talasemie [13, 14].

Supraîncărcarea cu fier

Fenomenul supraîncărcării cu fier este o problemă complexă în corpul uman. Cauza principală a supraîncărcării cu fier este legată de semnale inefficiente de eritropoeză, rezultând o absorbție crescută a fierului intestinal datorită nivelurilor scăzute de hepcidină. În schimb, supraîncărcarea secundară de fier este o consecință a transfuziilor recurente, unele date indicând faptul că un procent semnificativ de indivizi cu boală HbH prezintă un anumit nivel de supraîncărcare cu fier la vârsta adultă, independent de istoricul transfuziei. Interesant este faptul că la copiii cu boală HbH pare să apară un risc mai mic de a dezvolta supraîncărcare cu fier în comparație cu adulții, deoarece corpurile lor în creștere necesită mai mult fier. Un studiu cuprinzător care a implicat 86 de cazuri de boală HbH a arătat că nivelurile serice de feritină au rămas relativ stabile de la naștere până la vârsta de 18 ani, cu o creștere notabilă observată la pacienții cu vârsta peste 18 ani [15-17].

Distingerea dintre supraîncărcarea primară (NTDT) și secundară (TDT) a fierului dezvăluie o dinamică distinctă. Studiile axate pe pacienții cu β -talasemie ilustrează faptul că supraîncărcarea primară a fierului afectează predominant concentrația de fier din ficat, în timp ce scutește inima. Aceste observații au fost observate și în studii limitate care au implicat boala HbH. Supraîncărcarea primară cu fier se caracterizează printr-o eliberare crescută de fier din sistemul reticuloendotelial, rezultând niveluri serice neobișnuit de scăzute de feritină, în special în cazurile NTDT. Pe de altă parte, supraîncărcarea secundară a fierului duce la saturația transferinei, generând specii de fier nelegate de transferină care se pot infiltra în diferite organe, prezentând un risc semnificativ pentru inimă, ficat și glandele endocrine [18].

Detectarea în timp util a supraîncărcării cu fier este crucială pentru adulții cu boală HbH pentru a preveni complicațiile severe de sănătate. La pacienții cu β -talasemie, terapia de chelare a fierului este de obicei inițiată după un anumit număr de transfuzii, cu valori specifice indicând un risc crescut de morbiditate și mortalitate. Pragurile mai mici ale nivelurilor serice de feritină au fost legate de riscuri crescute de probleme hepatice, endocrine și vasculare, determinând necesitatea terapiei de chelare a fierului. Corelații similare între nivelurile crescute de feritină serică și boala hepatică au fost observate în cazurile de boală HbH, deși prevalența suprasolicitării cu fier în α -talasemia NTD este probabil mai mică din cauza eritropoiezei mai puțin ineficiente [19, 20].

Evaluarea nivelurilor seriale de feritină serică este o metodă frecvent utilizată pentru a evalua supraîncărcarea cu fier, în ciuda influențelor potențiale ale unor factori precum hemoliza, deficitul de ascorbat, inflamația și afecțiunile hepatice, tehnicile RMN neinvazive putând oferi informații valoroase asupra supraîncărcării hepatice și cardiace cu fier, ajutând la personalizarea terapiei de chelare a fierului [21, 22].

Boală cardiovasculară

Cardiomiopatia și aritmiile reprezintă manifestările primare ale supraîncărcării cardiace cu fier la persoanele cu talasemie dependentă de transfuzie (TDT), în special la cei cu niveluri serice de feritină care depășesc 2500 $\mu\text{g/L}$ și valori cardiace $T2^*$ sub 20ms. Rata mortalității datorată bolilor cardiace la persoanele cu β -talasemie a fost semnificativă de-a lungul timpului, dar progresele în ceea ce privește monitorizarea supraîncărcării cu fier și terapiile de chelare au atenuat în mod eficient acest risc. În special, bolile cardiovasculare, nu numai legate de fier, se remarcă ca principală cauză a mortalității la pacienții cu talasemie non-dependentă de transfuzie (NTDT). Mai mult, a fost identificată o stare protrombotică la persoanele cu talasemie, atribuită potențialului trombogen al globulelor roșii hemolizate, activării plachetare și altor anomalii de coagulare. Dovezile de la persoanele cu β -talasemie sugerează că aproximativ 14% din populația de pacienți este afectată de tulburări trombotice, predominant de natură venoasă [23, 24].

Cel mai mare risc de evenimente trombotice este observat la adulții splenectomizați cu NTDT, având în vedere funcțiile transfuziilor și splinei în îndepărtarea eritrocitelor hemolizate și a trombocitelor activate. Prin urmare, acești pacienți trebuie clasificați în mod constant ca fiind cu risc ridicat de tromboză atât în cadrele medicale, cât și în cele chirurgicale de evaluare a riscurilor. În plus, hipertensiunea pulmonară este predominantă la adulții splenectomizați cu NTDT, datele indicând o prevalență de până la 11% pe baza parametrilor ecocardiografici și până la 5% confirmate prin cateterizare cardiacă, afectând semnificativ ratele de mortalitate [25-27].

Un studiu complex a fost întreprins în nordul Thailandei, implicând 91 de pacienți cu talasemie pentru a evalua incidența supraîncărcării cardiace cu fier și a complicațiilor cardiovasculare, incluzând persoanele cu boală HbH (19%), TDT (46%) și majoritatea (84%) supuși terapiei de chelare a fierului. Rezultatele au indicat că 11% dintre pacienți au prezentat supraîncărcare cardiacă cu fier (T2* cardiac <20ms), în timp ce 23% au prezentat complicații cardiovasculare, inclusiv cardiomiopatie (8% în TDT) și hipertensiune pulmonară (15% în total, cu 8 cazuri NTDT și 6 TDT). Alte studii au raportat în mod similar rate variate de hipertensiune pulmonară la pacienții cu HbH, variind de la 6,5% la 15,8% pe baza evaluărilor ecocardiografice, cu o corelație notabilă cu vârsta [28-30].

Calculii biliari

Aproximativ 38% până la 52% dintre pacienții cu boala HbH au pietre la vezica biliară. Acești pacienți putând dezvolta colecistită acută și/sau cronică (cu sau fără pietre la vezica biliară cunoscute), care este foarte dificil de diagnosticat doar pe baza simptomelor clinice. Formarea pietrelor la vezica biliară este influențată de gradul de anemie și hemoliză. Pacienții cu talasemie (inclusiv cei cu boala HbH) care prezintă simptome asemănătoare ulcerului peptic ar trebui să facă consult ecografic dacă simptomele nu dispar cu tratament. Pacienții cu boala HbH care sunt homozigoți sau heterozigoți dubli pentru alelele Gilbert au un risc semnificativ crescut de a dezvolta pietre la vezica biliară și icter [12].

Complicațiile hepatice

Supraîncărcarea cu fier și hepatita virală sunt principalele motive pentru complicațiile hepatice (cum ar fi inflamația cronică, fibroză și

ciroză) la pacienții cu talasemie. În plus, hepatita B sau C sunt factori de risc independenți care, împreună cu supraîncărcarea cu fier, pot accelera progresia bolii, ducând chiar la dezvoltarea carcinomului hepatocelular. Recent, afecțiunile hepatice sunt considerate o cauză majoră de deces la pacienții cu NTDT și TDT, în special la cei care nu beneficiază de terapie adecvată de chelare a fierului [31, 32].

Hematopoieza extramedulară

Hematopoieza extramedulară este frecvent întâlnită la pacienții cu talasemie care nu necesită transfuzii regulate (NTDT). Se consideră că peste 80% din cazurile de hematopoieză extramedulară pot rămâne fără simptome, cu pseudo-tumori descoperite doar întâmplător prin tehnici radiologice. Un studiu de caz-control desfășurat pe o perioadă de 3 ani a constatat că, dintre cei 17 pacienți cu boala HbH examinați prin tomografie computerizată sau RMN, 47% prezentau pseudo-tumori. Alte studii observaționale au raportat rate de prevalență mai mici decât cele observate în β -talasemie, variind între 0 și 8%. Deși diverse locații anatomice pot fi afectate, implicarea paraspinală este deosebit de preocupantă din cauza riscului de compresie a măduvei spinării și a consecințelor clinice debilitante permanente. Hematopoieză extramedulară în splină și ficat poate provoca hepatosplenomegalie, care este mai frecventă în boala HbH non*-delețională [33, 34].

Terapie și evoluție

a. Terapia prin transfuzie

Terapia prin transfuzie este piatra de temelie a tratamentului pentru persoanele cu anemie severă ($Hb < 7g/dL$) și simptome conexe, cum ar fi cele afectate de boala HbH nedeletională sau sindromul Hb Barts hydrops fetalis. În cazurile de anemie mai ușoară ($Hb 7-10g/dL$), datele existente din studiile privind α -talasemia indică o creștere a ratelor de morbiditate și mortalitate, subliniind necesitatea intervenției medicale. Rezultatele multor studii validează în continuare rate reduse de morbiditate și mortalitate în rândul persoanelor înscrise în programele de transfuzie. Cu toate acestea, decizia de a începe programe regulate de transfuzie este complexă din cauza provocărilor suplimentare pe care le prezintă terapia

pe termen lung, morbiditatea crescută rezultată din supraîncărcarea secundară de fier și utilizarea resurselor de asistență medicală. Prin urmare, inițierea unui protocol de transfuzie prelungit și sistematic necesită o analiză atentă, deoarece mulți pacienți primesc transfuzii pentru afecțiuni acute, cum ar fi infecțiile sau în timpul sarcinii, dar în cele din urmă devin dependenți de astfel de transfuzii pe termen nelimitat [22, 25, 35].

O parte semnificativă a pacienților diagnosticați cu boală HbH nedeletională necesită transfuzii regulate. Un studiu realizat în California care a implicat pacienți cu HBh a arătat că persoanele cu mutații deleționale au avut o șansă de doar 2,8% de a necesita o transfuzie până la vârsta de 20 de ani. În schimb, pacienții cu mutații nedeletionale au prezentat probabilități mai mari, 13% necesitând o transfuzie până la vârsta de 1, 39% până la vârsta de 5 ani, 75% până la vârsta de 10 ani și 80% până la vârsta de 20 de ani. Cel mai tânăr participant la studiu care a avut nevoie de o transfuzie a fost un copil de 3 luni cu un nivel Hb de 6,0g/dL [12, 20].

În cazurile în care se administrează transfuzii, persoanele trebuie să fie supuse vaccinărilor și procedurilor de screening adecvate atât pentru donatori, cât și pentru beneficiari. Riscul de aloimunizare este cel mai pronunțat la femeile gravide, pacienții splenectomizați și cei care nu au suferit anterior transfuzii. La diagnosticarea unei sarcini care implică un făt hidropic (Hb Barts), pot fi inițiate transfuzii intrauterine pentru a menține viabilitatea până la naștere, necesitând un tratament continuu similar cu cel al unui pacient cu talasemie dependentă de transfuzie [11, 12].

b. Splenectomy

Numeroase persoane diagnosticate cu talasemie se confruntă cu splenomegalie ca urmare a descompunerii crescute a globulelor roșii de către sistemul reticuloendotelial, predominant splina, cuplată cu activitate crescută a hematopoiezei extramedulare. În mod tradițional, justificarea din spatele efectuării splenectomiei la pacienții cu talasemie a vizat creșterea nivelului de hemoglobină sau reducerea utilizării sângelui. În prezent, toate recomandările existente pentru persoanele cu talasemie dependentă de transfuzie (TDT) sau talasemie non-dependentă de transfuzie (NTDT) susțin o poziție prudentă, limitând splenectomia numai la scenarii specifice (de exemplu, hipersplenism și splenomegalie

simptomatică) datorită unei susceptibilități crescute la tromboză venoasă, hipertensiune pulmonară și infecții crescute ulterioare splenectomiei [12].

c. Agenți de stimulare eritroidă (ESAs)

Eritropoetina umană recombinantă, cum ar fi epoetina alfa sau darbepoetina alfa (DAR), este utilizată ca agenți de stimulare a eritroidelor care ar putea duce la creșterea concentrațiilor totale de Hb la persoanele cu NTDT. La pacienții cu boală HbH delețională cărora li s-a administrat epoetină alfa, au fost înregistrate creșteri ale Hb totale care depășesc 2g/dL. Cu toate acestea, o investigație axată pe impactul creșterii dozei DAR la pacienții cu talasemie a relevat că un pacient singular cu boală HbH nedeletală a prezentat un răspuns moderat la DAR, indicând faptul că stimularea eritropoezei de către DAR ar putea să nu contrabalanseze în mod adecvat ratele crescute de hemoliză. Trebuie să subliniem faptul că este crucială proliferarea celulelor eritroide fără o maturare adecvată, o trăsătură caracteristică a talasemiei, care ar putea exacerba expansiunea măduvei, disconfortul osos și hematopoieza extramedulară. În consecință, acești agenți nu sunt utilizați în mod obișnuit în tratarea talasemiilor [36, 37].

d. Terapia prin chelarea fierului

Chelarea fierului cuprinde trei chelatori distincți de fier caracterizați prin variații ale proprietăților de legare, căi de absorbție, metabolism și eliminare. În prezent, opțiunile disponibile pentru pacienții cu TDT includ deferoxamina (DFO), deferasirox (DFX) și deferipronă (DFP), fiecare servind scopuri specifice în gestionarea supraîncărcării cu fier la pacienții cu anemie cronică. Acești chelatori prezintă eficacitate în controlul supraîncărcării sistemice, hepatice și cardiace cu fier, cu necesitatea potențială de doze mari sau terapie combinată în cazurile de supraîncărcare severă cu fier. Selectarea unui chelator adecvat de fier depinde de nevoile individuale ale pacientului și de răspunsul la tratament [18, 38-39].

Recomandarea pentru terapia cu chelare a fierului la pacienții cu NTDT cu niveluri crescute de feritină serică sau concentrație hepatică de fier peste anumite praguri are ca scop atenuarea riscurilor de morbiditate și mortalitate legate de fier. Studiile clinice au demonstrat eficacitatea DFP

în reducerea concentrațiilor plasmatice de feritină pe o perioadă prelungită de tratament, în special la pacienții cu boală HBh. Cercetări precum studiul THALASSA au oferit informații valoroase asupra eficacității și siguranței DFX în tratarea pacienților cu NTDT cu suprasolicitare cu fier. Rezultatele acestor studii au contribuit la aprobarea DFX de către autoritățile de reglementare pentru tratamentul supraîncărcării cronice de fier la anumite populații de pacienți [40-43].

e. Transplantul de celule stem hematopoietice (HSCT)

Transplantul de celule stem hematopoietice (HSCT) a fost considerat în mod tradițional intervenția curativă primară pentru talasemie, rezultând înlocuirea completă a sistemului hematopoietic. În timp ce datele existente se referă în principal la pacienții cu β -talasemie, progresele în protocoalele de condiționare, prevenirea bolii grefei împotriva gazdei și terapiile antiinfecțioase mai eficiente au îmbunătățit semnificativ rezultatele tratamentului, ratele de remisiune ajungând la 90% în rândul pacienților cu talasemie supuși HSCT. Se recomandă ca HSCT să fie propus pacienților cu sindrom HbH și Hb Barts hydrops fetalis dependenți de transfuzie la o vârstă fragedă (≤ 6 ani) în prezența unui frate potrivit cu antigen leucocitar uman (HLA), înainte de debutul complicațiilor legate de supraîncărcarea fierului, având în vedere rentabilitatea HSCT comparativ cu intervențiile de susținere pe tot parcursul vieții [44-47].

Strategii de prevenire și control

Strategiile pentru prevenirea și controlul alfa talasemiei includ mai multe abordări esențiale. Printre acestea se numără screening-ul, consilierea genetică, diagnosticul prenatal și detectarea precoce a riscului. Cercetările au demonstrat că tehnici precum analiza directă a ADN-ului din sânge utilizând PCR cantitativ în timp real sunt eficiente pentru detectarea timpurie a riscului și pentru diagnosticul prenatal al alfa talasemiei [48]. Implementarea de strategii de intervenție gratuită pentru cuplurile fertile, examinările hematologice regulate și oferirea de diagnostic prenatal pentru cuplurile cu risc crescut s-au dovedit a fi atât rentabile, cât și benefice în screeningul populației pentru talasemie. De asemenea, abordarea

membrilor familiei extinse ale copiilor cu talasemie majoră pentru screeningul purtătorului poate identifica mai mulți purtători și permite oferirea de consiliere specifică pentru a reduce incidența nașterilor de copii cu talasemie [49]. Este, de asemenea, crucial să se ia în considerare variațiile genetice, cum ar fi variantele numărului multicopiei ale grupului de gene alfa globină, care pot influența gravitatea bolii și pot duce la anemie severă. Astfel, o abordare comprehensivă care include screening, analiză genetică, consiliere și diagnostic prenatal este esențială pentru prevenirea și controlul alfa talasemiei [50].

Principalele obiective ale inițiativelor de screening pentru talasemie sunt de a stabili prevalența diferitelor mutații genetice în cadrul populațiilor și de a recunoaște și sfătui cuplurile expuse riscului, în special pentru manifestările severe ale tulburării găsite în regiunile cu prevalență ridicată. Screeningul pentru α -talasemie se dovedește deosebit de benefic în prevenirea complicațiilor materne severe legate de hemoglobina Bart hydrops fetalis și în asigurarea unui diagnostic precis în cazurile în care α -talasemia este co-moștenită cu hemoglobina S sau β -talasemia sau când este identificată deficiența de fier. Majoritatea sondajelor de screening pentru α -talasemie sunt integrate în schemele de prevenire a β -talasemiei și, ca urmare, nu sunt suficiente pentru estimarea ratelor de apariție a α -talasemiei în cadrul populațiilor. Avantajele screeningului la nivel de populație ar trebui evaluate temeinic în orice comunitate în care mutațiile α -talasemiei sunt răspândite și apar cazuri de anemie hipocromică microcitară inexplicabilă lipsită de deficit de fier [51].

Trebuie efectuată o evaluare a frecvenței α^0 -talasemiei și a α^+ -talasemiei în cadrul cohortei demografice pentru a determina prevalența manifestărilor simptomatice ale α -talasemiei (HbH și/sau Hb Bart). Boala HbH nu este de obicei prioritarizată pentru măsurile preventive în hemoglobinopatii, cu toate acestea, identificarea cuplurilor cu risc de a concepe un făt cu hidrops Hb Bart fetal este crucială. Screeningul prenatal este recomandat în astfel de cazuri pentru a atenua apariția complicațiilor toxemice severe asociate frecvent cu sarcina care implică fetuși hidropici, care ar putea pune în pericol bunăstarea mamei însărcinate. Sunt elaborate metode de detectare prenatală a hidropilor fetalii Hb Bart [52].

Pentru a preveni testele inutile și suferința nejustificată, se recomandă ca analiza ADN pentru identificarea definitivă a trăsăturii α 0 - talasemie să fie efectuată numai dacă ambii parteneri prezintă un MCH < 25pg, după excluderea deficienței de fier. Este important să recunoaștem că prezența trăsăturii β -talasemie ar putea ascunde existența concomitentă a trăsăturii α 0 -talasemiei. Prin urmare, în anumite populații etnice (de exemplu, chinezi), este justificată o examinare amănunțită atunci când un partener poartă trăsătura β -talasemie, iar celălalt este suspectat de a fi purtător al trăsăturii α 0 -talasemie [52].

Ultrasonografia prenatală și prelevarea de probe de sânge fetal intrauterin sunt indispensabile pentru supravegherea anemiei fetale, deoarece sporesc debitul sanguin prin creșterea debitului cardiac și reducerea vâscozității sângelui. Utilizarea ultrasunetelor Doppler pe arterele cerebrale medii prezintă o sensibilitate de 88% și o specificitate de 87% în anticiparea anemiei fetale. Alături de escaladarea vitezei, manifestări suplimentare cu ultrasunete, cum ar fi placentomegalia, raportul cardiotoracic anormal și grosimea crescută a placentei se pot manifesta prematur în cazurile de talasemie alfa homozigotă, indicând vulnerabilități la hidropii fetali. Se recomandă începerea monitorizării săptămânale a fluxului arterei cerebrale medii începând cu săptămâna a 16-a, cu rezultatele cartografiate pe curbe standardizate ajustate pentru vârsta gestațională. Cu toate acestea, după transfuzia intrauterină, precizia ar putea scădea, necesitând monitorizarea perpetuă a nivelurilor de hemoglobină fetală. În ciuda pericolelor potențiale legate de evaluarea directă a hemoglobinei, incluzând sângerarea și bradicardia fetală, incidența pierderii sarcinii legate de procedură rămâne minimă, aproximativ 1% [53].

Terapia de transfuzie intrauterină nu este frecvent utilizată în cazul majorității fătului cu talasemie alfa-homozigotă, iar multe cazuri nu sunt detectate. Acest lucru a dus la pierderi fetale și complicații materne grave, mai ales în cazul mamelor nemonitorizate. Cu toate acestea, supraviețuirea fetală este în creștere în ciuda lipsei tratamentului prenatal. Respirația dificilă și anemia severă asociată cu hepatosplenomegalia semnificativă au fost observate în majoritatea nașterilor care nu au primit terapie intrauterină. Cei care nu au fost transfuzați au decedat la scurt timp după

naștere, iar supraviețuitorii pe termen lung au prezentat deficite neurologice majore. În contrast, pacienții tratați cu terapie intrauterină au avut rezultate semnificativ mai bune, cu o funcție neurologică pe termen lung aparent bună. Terapia de transfuzie intrauterină pare promițătoare în reducerea morbidității și mortalității asociate cu talasemia alfa-homozigotă. Cu toate acestea, majoritatea acestor pacienți necesită transfuzii pe toată durata vieții și tratament cu chelatori. Progresele recente în transplantul de celule stem au dus la vindecarea unor pacienți, cu raportarea de cazuri de succes în transplantul de celule stem alogeneic, nepereche și potrivite pentru talasemia majoră alfa [53].

Diagnosticul prenatal pentru prevenirea talasemiei implică testarea mamelor la prima vizită prenatală, testarea tatălui în cazurile în care mama este purtătoare de talasemie și oferirea cuplului opțiunea de diagnostic prenatal și întreruperea sarcinii dacă ambii părinți sunt purtători ai unei gene pentru o formă severă de talasemie. Tehnologia ADN a permis diagnosticarea tulburărilor semnificative ale hemoglobinei în uter prin analiza ADN-ului fetal. Deși analiza poate fi efectuată pe ADN obținut din lichid amniotic, această metodă are dezavantaje deoarece trebuie realizată relativ târziu în sarcină și adesea celulele din lichidul amniotic trebuie cultivate pentru a obține o cantitate suficientă de ADN. Cu toate acestea, ADN-ul poate fi obținut încă din săptămâna a 9-a de sarcină prin prelevarea de vilozități coriale. Progresele semnificative în tehnologia ADN au oferit diverse metode pentru identificarea directă a mutațiilor în ADN-ul fetal. Chiar și în familiile cu mutații extrem de rare, tehnologia de secvențiere rapidă a ADN-ului permite un diagnostic rapid. Rata de eroare folosind aceste metode variază, în principal în funcție de experiența laboratorului specific; majoritatea centrelor raportează rate scăzute, sub 1%. Sursele potențiale de eroare includ contaminarea maternă a ADN-ului fetal și paternitatea incorectă. Utilizarea acestei noi tehnologii a dus la o reducere majoră a ratei nașterilor de copii cu talasemie în regiunea mediteraneană, Orientul Mijlociu, și în anumite părți ale subcontinentului indian și Asiei de Sud-Est. Diverse metode continuă să fie investigate în încercarea de a evita utilizarea procedurilor invazive precum prelevarea de vilozități coriale. O varietate de tehnici sunt utilizate pentru a recolta ADN-ul fetal din celulele fetale din sângele matern sau din plasma maternă și există un

număr tot mai mare de încercări de diagnostic preimplantare a talasemiilor [54, 55].

Managementul talasemiei necesită un nivel ridicat de îngrijire pediatrică de calitate. Intervenția în timp util este crucială în abordarea infecțiilor. În cazul în care există o lipsă de folat în dietă, se recomandă suplimentarea. Este probabil inutil să furnizați suplimente copiilor sub un protocol de transfuzie ridicată. O atenție deosebită ar trebui acordată problemelor referitoare la ureche, nas și gât din cauza infecțiilor cronice ale sinusurilor și a afecțiunilor urechii medii rezultate din deformările osoase ale craniului. De asemenea, monitorizarea dentară de rutină este vitală, deoarece copiii talasemici transfuzați inadecvat prezintă adesea diverse deformări maxilare și dinți slab dezvoltati. În stadiile avansate ale bolii, caracterizate printr-o acumulare semnificativă de fier, poate fi necesară terapia de substituție hormonală. În plus, tratamentul simptomatic poate fi necesar pentru tulburările osoase metabolice și insuficiența cardiacă. În timp ce tehnici precum reacția în lanț a polimerazei Gap (PCR) și testele MultiplePCR oferă screening convenabil pentru diferite variante comune, adoptarea lor pe scară largă este împiedicată de costuri ridicate, în special în țările cu venituri mici și medii. Pe măsură ce metodologiile de testare ADN devin din ce în ce mai rentabile, este previzibil că acestea vor deveni o componentă de rutină a serviciilor care vizează controlul și gestionarea talasemiilor, în special în regiunile asiatice [51],

Odată ce înțelegerea noastră a relației dintre fenotip și genotip în boala HbH avansează, identificarea exactă a genotipurilor va fi crucială pentru informarea părinților despre riscurile de reproducere în consilierea genetică și asigurarea îngrijirii adecvate persoanelor afectate. Mișcarea crescândă a populațiilor va duce la o diversitate tot mai mare de variante de α -talasemie sau hemoglobinopatii co-moștenite. În timp ce prezicerea fenotipului exact al noilor combinații este o provocare, o cunoaștere cuprinzătoare a distribuției actuale a variantelor genetice poate ajuta la definirea procedurilor de diagnostic și la evaluarea riscurilor potențiale [51, 56].

Datorită variațiilor geografice semnificative ale prevalenței α -talasemiei, intervențiile trebuie personalizate în funcție de caracteristicile specifice ale populației locale (de exemplu, prevalența tulburărilor,

compoziția etnică, consanguinitatea) și sistemul local de sănătate. O înțelegere îmbunătățită a legăturii dintre prevalența variantei α -talasemie, factorii de mediu, infecțiile și tehnicile avansate analitice și de modelare ar permite estimări mai precise ale populațiilor afectate. Aceste cunoștințe ar ajuta, de asemenea, la abordarea principalelor provocări legate de creșterea sarcinii de sănătate a α -talasemiei și ar oferi recomandări pentru abordarea acestora, cum ar fi prevenirea hemoglobinei Bart's hydrops fetalis prin educație, screening, consiliere și prevenirea complicațiilor materne; asigurarea diagnosticului precis al bolii hemoglobinei H cu metode accesibile de screening ADN; promovarea colaborărilor internaționale având în vedere creșterea migrației globale; efectuarea de studii de micro-cartografiere pentru abordarea disparităților geografice; îmbunătățirea înțelegerii fenotipului interacțiunile genotipului și rolurile modificatorilor de mediu și genetici prin modelarea epidemiologică teoretică alături de investigațiile clinice; stabilirea estimărilor fiabile ale populației persoanelor afectate prin sondaje și partajare de date; asigurarea alocării durabile a resurselor pentru gestionarea și controlul talasemiilor printr-o mai mare conștientizare și analize cost-beneficiu în dezvoltarea programelor de prevenire țintite pentru regiunile în care variantele α - talasemia sunt cele mai răspândite [51, 56].

În contextul unui diagnostic diferențial cuprinzător, ulterior excluderii deficienței de fier, ar trebui să urmeze separarea și evaluarea nivelurilor de hemoglobină - efectuate de obicei prin electroforeză în zonă capilară sau cromatografie lichidă de înaltă performanță (HPLC). Acest proces va dezvălui prezența și cantitățile diferitelor molecule Hb, cum ar fi HbA, HbH, HbF și Hb Barts. Este crucial ca analiza HPLC să fie finalizată în termen de șapte zile de la prelevare, deoarece Hbs obișnuit s-ar putea degrada în methemoglobine în timp, rezultând vârfuri suplimentare care împiedică identificarea exactă a tipurilor Hb. În cazurile în care pacienții posedă 2 sau 3 gene funcționale α -globină, cuantificarea hemoglobinei poate afișa proporții tipice de hemoglobină diferite în funcție de vârstă, în timp ce în cazurile de β -talasemie, se observă de obicei niveluri crescute de HbA2 și HbF. Pentru pacienții cu boală HbH, pot fi detectate unele HbH și Hb Barts sau orice hemoglobină anormală produsă din cauza unei mutații nedeletionale [57, 58].

Singura metodă de elucidare a fenotipurilor incerte și validarea diagnosticului unei variante specifice de α -talasemie este prin analiza ADN-ului. Analiza secvențelor genetice poate stabili un diagnostic la nivel molecular și poate identifica mutațiile punctuale. Metodologiile clinice comune includ PCR specifică alelelor, hibridizarea inversă dot-blot, PCR în timp real, tehnologia de amplificare a sondei de ligare multiplă (MLPA), secvențierea Sanger și secvențierea de generație următoare [59].

Concluzii

Anemiile hemolitice sunt un grup de tulburări în care globulele roșii sunt distruse prematur, ceea ce duce la anemie și alte complicații. Acestea pot fi ereditare sau dobândite, iar cauzele variază de la defecte genetice la factori autoimuni. Anemiile hemolitice pot avea cauze diverse, inclusiv defecte ereditare cum ar fi deficitul de G6PD sau sferocitoza ereditară, și factori dobândiți cum ar fi anemiile hemolitice autoimune. Diagnosticul precis este esențial pentru a determina abordarea terapeutică adecvată. Simptomele pot varia de la forme ușoare, cu oboseală și paloare, la forme severe, cu icter, splenomegalie și crize hemolitice acute. Diagnosticul se bazează pe teste de laborator, inclusiv hemograma, testele de fragilitate osmotică și testul Coombs. Gestionarea anemiilor hemolitice depinde de cauza subiacentă. În cazurile ereditare, tratamentul poate include suplimente de acid folic și splenectomie. În anemiile hemolitice autoimune, corticosteroizii și imunosupresoarele sunt tratamente comune. Studiile recente se concentrează pe terapii inovatoare, inclusiv noi agenți biologici și terapii țintite care vizează mecanismele moleculare ale hemolizei, cu scopul de a îmbunătăți semnificativ rezultatele pentru pacienți [60, 61].

α -Talasemia este o boală genetică caracterizată prin producerea insuficientă de lanțuri alfa de hemoglobină, ceea ce duce la o serie de complicații clinice. În funcție de numărul de gene alfa afectate, severitatea bolii poate varia de la o formă ușoară până la o formă gravă (hidrops fetalis). Diagnosticul precoce al alfa talasemiei, de preferat înainte de naștere prin metode prenatale, este crucial pentru gestionarea adecvată a bolii. Screening-ul genetic și consilierea genetică sunt esențiale pentru a identifica purtătorii și a oferi informații privind riscurile de transmitere

genetică. Severitatea manifestărilor clinice este direct legată de numărul de gene alfa afectate. Cei cu hidrops fetalis - o formă severă, necesită intervenții medicale intensive, adesea incluzând transfuzie intrauterină și ulterior, tratament continuu după naștere. Tratamentul variază în funcție de severitatea bolii. Pentru formele ușoare, monitorizarea periodică este suficientă. Pentru formele moderate și severe, terapia transfuzională și terapia cu chelare a fierului sunt esențiale pentru a preveni complicațiile datorate suprasarcinii cu fier, progresele în terapia genică oferind speranțe pentru tratamente mai eficiente.

Alfa talasemia este o tulburare genetică cu o patofiziologie complexă, fiind necesară o conștientizare sporită a alfa talasemiei în comunitatea medicală pentru a asigura un diagnostic precis, intervenții timpurii pentru tratarea complicațiilor și o gestionare eficientă a condiției, dincolo de hematologul sau medicul de familie care tratează, fiind necesară o echipă multidisciplinară de experți pentru monitorizarea și gestionarea complicațiilor emergente la nivelul organelor vitale pacienți [62, 63].

Referințe bibliografice

- [1] J. Phillips, A.C. Henderson, *Hemolytic anemia: evaluation and differential diagnosis*, **American family physician**, **98**(6), 2018, pp. 354-361.
- [2] T.R. Randolph, *Hemoglobinopathies (structural defects in hemoglobin)*, **Rodak's Hematology-E-Book: Rodak's Hematology-E-Book**, 2019, pp. 394.
- [3] R. Das, P. Sharma, *Disorders of abnormal hemoglobin*. In *Clinical Molecular Medicine*, **Academic Press**, 2020, pp. 327-339.
- [4] I.M. Putri, F.P. Gultom, E.I. Auerkari, *Genetics and Epigenetics Aspects of Thalassemia*, **4th International Conference on Life Sciences and Biotechnology (ICOLIB 2021)**, 2022, pp. 288-296.
- [5] A. Amid, S. Liu, C. Babbs, D.R. Higgs, *Hemoglobin Bart's hydrops fetalis: charting the past and envisioning the future*, **Blood**, **144**(8), 2024, pp.822-833, DOI: 10.1182/blood.2023023692
- [6] A.O. Wilkie, H.C. Zeitlin, R.H. Lindenbaum, V.J. Buckle, N. Fischel-Ghodsian, D.H. Chui, D.R. Higgs, *Clinical features and molecular analysis of the alpha thalassemia/mental retardation syndromes. II*.

- Cases without detectable abnormality of the alpha globin complex*, **American Journal of Human Genetics**, **46**(6), 1990, pp. 1127-1140.
- [7] S. Farashi, C.L. Harteveld, *Molecular basis of α -thalassemia*, **Blood Cells, Molecules & Diseases**, **70**, 2018, pp. 43–53, DOI: 10.1016/j.bcmd.2017.09.004.
- [8] MH. Steinberg, B.G. Forget, D.R. Higgs, D.J. Weatherall, *Disorders of hemoglobin: genetics, pathophysiology, and clinical management*, **Cambridge University Press**, 2009.
- [9] M.D. Cappellini, A. Cohen, J. Porter, A. Taher, V. Viprakasit, V. (Eds.), *Guidelines for the management of transfusion dependent thalassaemia (TDT)*, **Thalassaemia International Federation, Nicosia (Cyprus)**, 2014.
- [10] K.M. Musallam, L. Lombard, K.D. Kistler, M. Arregui, K.S. Gilroy, C. Chamberlain, E. Zagadailov, K. Ruiz, A.T. Taher, *Epidemiology of clinically significant forms of alpha-and beta-thalassemia: a global map of evidence and gaps*, **American journal of hematology**, **98**(9), 2023, pp. 1436-1451.
- [11] A. Taher, E. Vichinsky, K. Musallam, M.D. Cappellini, V. Viprakasit, *Guidelines for the management of non transfusion dependent thalassaemia (NTDT)*, **Thalassaemia International Federation, Nicosia (Cyprus)**, 2013.
- [12] D. Farmakis, J. Porter, A. Taher, M.D. Cappellini, M. Angastiniotis, A. Eleftheriou, *2021 Thalassaemia international federation guidelines for the management of transfusion-dependent thalassemia*, **Hemasphere**, **6**(8), 2022, Article Number 732, DOI: 10.1097/HS9.0000000000000732.
- [13] D. Songdej, S. Fucharoen, *Alpha-Thalassemia: Diversity of Clinical Phenotypes and Update on the Treatment*, **Thalassemia Reports**, **12**(4), 2022, pp. 157-172.
- [14] S.T. Singer, E.P. Vichinsky, N. Sweeters, E. Rachmilewitz, *Darbepoetin alfa for the treatment of anaemia in alpha-or beta-thalassaemia intermedia syndromes*, **British Journal of Haematology**, **154**(2), 2011, pp. 281-284, DOI: 10.1111/j.1365-2141.2011.08617.x.

- [15] S. Rivella, *Ineffective erythropoiesis and thalassemias*, **Current opinion in hematology**, **16**(3), 2009, pp. 187-194.
- [16] S. Rivella, *The role of ineffective erythropoiesis in non-transfusion-dependent thalassemia*, **Blood reviews**, **26**, 2012, S12-S15.
- [17] K.M. Musallam, M.D. Cappellini, J.C. Wood, A.T. Taher, *Iron overload in non-transfusion-dependent thalassemia: a clinical perspective*, **Blood reviews**, **26**, 2012, S16-S19.
- [18] A.T. Taher, A.N. Saliba, *Iron overload in thalassemia: different organs at different rates*, **Hematology 2014, the American Society of Hematology Education Program Book**, **2017**(1), 2017, pp. 265-271.
- [19] A. Taher, F. El Rassi, H. Isma'eel, S. Koussa, A. Inati, M.D. Cappellini, *Correlation of liver iron concentration determined by R2 magnetic resonance imaging with serum ferritin in patients with thalassemia intermedia*, **Haematologica**, **93**(10), 2008, pp. 1584-1586.
- [20] A. Lal, M.L. Goldrich, D.A. Haines, M. Azimi, S.T. Singer, E.P. Vichinsky, *Heterogeneity of hemoglobin H disease in childhood*, **New England Journal of Medicine**, **364**(8), 2011, pp. 710-718.
- [21] K.M. Musallam, M.D. Cappellini, A.T. Taher, *Evaluation of the 5 mg/g liver iron concentration threshold and its association with morbidity in patients with β -thalassemia intermedia*, **Blood Cells, Molecules, and Diseases**, **51**(1), 2013, pp. 35-38.
- [22] K.M. Musallam, A. Vitrano, A. Meloni, S.A. Pollina, M. Karimi, A. El-Beshlawy, M. Hajipour, V. Di Marco, S.H. Ansari, A. Filosa, P. Ricchi, *Risk of mortality from anemia and iron overload in nontransfusion-dependent β -thalassemia*, **American journal of hematology**, **97**(2), 2022, pp. 78-80.
- [23] B. Modell, M. Khan, M. Darlison, M.A. Westwood, D. Ingram, D.J. Pennell, *Improved survival of thalassaemia major in the UK and relation to T2* cardiovascular magnetic resonance*, **Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance**, **10**(1), 2008, Article Number 42, DOI: 10.1186/1532-429X-10-42
- [24] G.L. Forni, B. Gianesin, K.M. Musallam, F. Longo, R. Rosso, R. Lisi, M.R. Gamberini, V.M. Pinto, G. Graziadei, A. Vitucci, F. Bonetti,

Overall and complication-free survival in a large cohort of patients with β -thalassemia major followed over 50 years, **American Journal of Hematology**, **98**(3), 2023, pp. 381-387.

- [25] K.M. Musallam, A. Vitrano, A. Meloni, S.A. Pollina, M. Karimi, A. El-Beshlawy, M. Hajipour, V. Di Marco, S.H. Ansari, A. Filosa, P. Ricchi, *Survival and causes of death in 2,033 patients with non-transfusion-dependent β -thalassemia*, **Haematologica**, **106**(9), 2021, pp. 2489-2492, DOI: 10.3324/haematol.2021.278684
- [26] S. Chansai, S. Fucharoen, G. Fucharoen, A. Jetsrisuparb, W. Chumpia, *Elevations of thrombotic biomarkers in hemoglobin H disease*, **Acta Haematologica**, **139**(1), 2018, 47-51.
- [27] A.T. Taher, K.M. Musallam, M. Karimi, A. El-Beshlawy, K. Belhouli, S. Daar, M.S. Saned, A.H. El-Chafic, M.R. Fasulo, M.D. Cappellini, *Overview on practices in thalassemia intermedia management aiming for lowering complication rates across a region of endemicity: the OPTIMAL CARE study*, **Blood, The Journal of the American Society of Hematology**, **115**(10), 2010, pp. 1886-1892.
- [28] V.M. Pinto, K. M., Musallam, G. Derchi, G. Graziadei, M. Giuditta, R. Origa, S. Barella, G. Casu, A. Pasanisi, F. Longo, M. Casale, *Mortality in β -thalassemia patients with confirmed pulmonary arterial hypertension on right heart catheterization*, **Blood, The Journal of the American Society of Hematology**, **139**(13), 2022, pp. 2080-2083.
- [29] A. Tantiworawit, S. Tapanya, A. Phrommintikul, S. Saekho, E. Rattarittamrong, L. Norasetthada, C. Chai-Adisaksopha, S. Hantrakool, P. Charoenkwan, P.N. Chattipakorn, *Prevalence and risk factors for cardiac iron overload and cardiovascular complications among patients with thalassemia in Northern Thailand*, **Southeast Asian J Trop Med Public Health**, **47**(6), 2016, pp. 1335-1342.
- [30] X.L. Yin, X.H. Zhang, Z.K. Wu, D.H. Zhao, Y.L. Zhou, Y.H. Yu, Y. H., T.N. Liu, S.P. Fang, T.H. Zhou, L. Wang, J. Huang, *Pulmonary hypertension risk in patients with hemoglobin H disease: low incidence and absence of correlation with splenectomy*, **Acta haematologica**, **130**(3), 2013, pp. 153-159.

- [31] W.Y. Chan, P.P. Lee, V. Lee, V., Chan, G. C., W. Leung, S.Y. Ha, D.K. Cheuk, *Outcomes of allogeneic transplantation for hemoglobin Bart's hydrops fetalis syndrome in Hong Kong*, **Pediatric Transplantation**, **25**(6), 2021, Article Number 14037, DOI: 10.1111/petr.14037.
- [32] E. Voskaridou, A. Kattamis, C. Fragodimitri, A. Kourakli, P. Chalkia, M. Diamantidis, E. Iachaki, M. Drosou, S. Lafiontatis, K. Maragkos, F. Petropoulou, *National registry of hemoglobinopathies in Greece: updated demographics, current trends in affected births, and causes of mortality*, **Annals of Hematology**, **98**, 2019, pp. 55-66.
- [33] Y. Huang, R. Liu, X. Wei, J. Liu, L. Pan, G. Yang, Y. Lai, *Erythropoiesis and iron homeostasis in non-transfusion-dependent thalassemia patients with extramedullary hematopoiesis*, **BioMed research international**, **2019**(1), 2009, Article Number 4504302, DOI: 10.1155/2019/4504302.
- [34] P. Winichakoon, A. Tantiworawit, T. Rattanathammethee, S. Hantrakool, C. Chai-Adisaksopha, E. Rattarittamrong, L. Norasetthada, P. Charoenkwan, *Prevalence and risk factors for complications in patients with nontransfusion dependent alpha-and beta-thalassemia*, **Anemia**, **2015**(1), 2015, Article number 793025, DOI: 10.1155/2015/793025
- [35] C.H. Tang, W. Furnback, B.C. Wang, J. Tang, D. Tang, M.Y. Lu, V.W.H. Huang, K.M. Musallam, *Relationship between transfusion burden, healthcare resource utilization, and complications in patients with beta-thalassemia in Taiwan: A real-world analysis*, **Transfusion**, **61**(10), 2021, pp. 2906-2917, DOI: 10.1111/trf.16636
- [36] O.M. Fortenko, G.J. Schaef Johns, G.C. Kudva, *Erythropoietin for hemoglobin H disease*, **Annals of Hematology**, **88**, 2009, pp. 179-180.
- [37] S.T. Singer, E.P. Vichinsky, N. Sweeters, E. Rachmilewitz, *Darbepoetin alfa for the treatment of anaemia in alpha-or beta-thalassaemia intermedia syndromes*. **British Journal of Haematology**, **154**(2), 2011, pp. 281-284, DOI: 10.1111/j.1365-2141.2011.08617.x

- [38] B.A. Davis, J.B. Porter, *Long-term outcome of continuous 24-hour deferoxamine infusion via indwelling intravenous catheters in high-risk β -thalassemia*, **Blood, The Journal of the American Society of Hematology**, **95**(4), 2000, pp. 1229-1236.
- [39] M.D. Cappellini, M. Bejaoui, L. Agaoglu, D. Canatan, M. Capra, A. Cohen, Y. Aydinok, *Iron chelation with deferasirox in adult and pediatric patients with thalassemia major: efficacy and safety during 5 years' follow-up*, **Blood, The Journal of the American Society of Hematology**, **118**(4), 2011, pp. 884-893.
- [40] M.A. Tanner, R. Galanello, C. Dessi, G.C. Smith, M.A. Westwood, A. Agus, D.J. Pennell, *A randomized, placebo-controlled, double-blind trial of the effect of combined therapy with deferoxamine and deferiprone on myocardial iron in thalassemia major using cardiovascular magnetic resonance*, **Circulation**, **115**(14), 2007, pp. 1876-1884.
- [41] D.J. Pennell, J.B. Porter, A. Piga, Y.R. Lai, A. El-Beshlawy, M. Elalfy, A. Yesilipek, Y. Kilinç, D. Habr, K.M. Musallam, J. Shen, *Sustained improvements in myocardial T2* over 2 years in severely iron-overloaded patients with beta thalassemia major treated with deferasirox or deferoxamine*, **American Journal of Hematology**, **90**(2), 2015, pp. 91-96, DOI: 10.1002/ajh.23876
- [42] A. Maggio, A. Kattamis, M. Felisi, G. Reggiardo, A. El-Beshlawy, M. Bejaoui, A. Ceci, *Evaluation of the efficacy and safety of deferiprone compared with deferasirox in paediatric patients with transfusion-dependent haemoglobinopathies (DEEP-2): a multicentre, randomised, open-label, non-inferiority, phase 3 trial*, **The Lancet Haematology**, **7**(6), 2020, pp. 469-478.
- [43] Y.R. Lai, M.D. Cappellini, Y. Aydinok, J. Porter, Z. Karakas, V. Viprakasit, N. Siritanaratkul, A. Kattamis, R. Liu, M. Izquierdo, J. Lasher, *An open-label, multicenter, efficacy, and safety study of deferasirox in iron-overloaded patients with non-transfusion-dependent thalassemia (THETIS): 5-year results*, **American Journal of Hematology**, **97**(8), 2022, pp. 281-284, DOI: 10.1002/ajh.26592
- [44] T.H. Jaing, *Is the Benefit–Risk Ratio for Patients with Transfusion-Dependent Thalassemia Treated by Unrelated Cord Blood Transplantation Favorable?.*, **International journal of molecular**

- sciences**, **18**(11), 2017, Article Number 2472, DOI: 10.3390/ijms18112472
- [45] A. Ruggeri, M. Eapen, A. Scaravadou, M.S. Cairo, M. Bhatia, J. Kurtzberg, J.R. Wingard, A. Fasth, L.L. Nigro, M. Ayas, D. Purtill, *Umbilical cord blood transplantation for children with thalassemia and sickle cell disease*, **Biology of Blood and Marrow Transplantation**, **17**(9), 2011, pp. 1375-1382.
- [46] M. Algeri, M. Lodi, F. Locatelli, *Hematopoietic stem cell transplantation in thalassemia*, **Hematology/Oncology Clinics**, **37**(2), 2023, pp. 413-432.
- [47] P. Horvei, T. MacKenzie, S. Kharbanda, *Advances in the management of α -thalassemia major: reasons to be optimistic*, **Hematology**, **2021**(1), 2021, pp. 592-599.
- [48] N.D. Sonkawade, A.A. Kinikar, R.K. Kulkarni, R.M. Dawre, C.T. Valvi, P.A. Kamath, *Screening of Extended Family Members of Thalassemia Major Children as a Thalassemia Preventive Strategy*, **Ethiopian Journal of Health Sciences**, **32**(6), 2022, pp. 1203-1210, DOI: 10.4314/ejhs.v32i6.18
- [49] F. Jiang, L. Zuo, J. Li, G. Chen, X. Tang, J. Zhou, Y. Qu, D. Li, Liao, *Evaluation of intervention strategy of thalassemia for couples of childbearing ages in Centre of Southern China*, **Journal of Clinical Laboratory Analysis**, **35**(10), 2021, Article Number 23990, DOI: 10.1002/jcla.23990
- [50] J. Long, F. Gong, L. Sun, C. Yu, E. Liu, *A novel α Globin Gene Cluster Duplication, $\alpha\alpha\alpha\alpha 380$ Heterozygous $\beta 0$ -Thal Variant, Leading to a Blood Transfusion-Dependent Phenotype*, **Hemoglobin**, **47**(2), 2023, pp. 25-30.
- [51] F.B. Piel, D.J. Weatherall, *The α -thalassemias*, **New England Journal of Medicine**, **371**(20), 2014, pp. 1908-1916.
- [52] M. Petrou, E. Jauniaux, *Foetal Sampling for the Prenatal Management of Haemoglobinopathies*, In *Prevention of Thalassaemias and Other Haemoglobin Disorders: Volume 1: Principles [Internet]. 2nd edition*, **Thalassaemia International Federation**, 2013.
- [53] E.P. Vichinsky, *Alpha thalassemia major-new mutations, intrauterine management, and outcomes*. **ASH Education Program Book**, **2009**(1), 2009, pp. 35-41.

- [54] A. Kuliev, S. Rechitsky, O. Verlinsky, V. Ivakhnenko, S. Evsikov, G. Wolf, Y. Verlinsky, *Preimplantation diagnosis of thalassemias*, **Journal of Assisted Reproduction and Genetics**, **15**, 1998, pp. 219-225.
- [55] A. Cao, Y.W. Kan, *The prevention of thalassemia*, **Cold Spring Harbor perspectives in medicine**, **3**(2), 2013, Article Number 011775, DOI: 10.1101/cshperspect.a011775
- [56] R. Galanello, A. Cao, *Alpha-thalassemia*, **Genetics in medicine**, **13**(2), 2011, pp. 83-88.
- [57] D.E. Sabath, *Molecular Diagnosis of Thalassemias and Hemoglobinopathies: An ACLPS Critical Review*, **American journal of clinical pathology**, **148**(1), 2017, pp. 6–15. DOI: 10.1093/ajcp/aqx047
- [58] A. Motiani, M. Zubair, A. Sonagra, *Laboratory Evaluation of Alpha Thalassemia*, **StatPearls**, 2024.
- [59] N. Tesio, D.E. Bauer, *Molecular basis and genetic modifiers of thalassemia*, **Hematology/Oncology Clinics**, **37**(2), 2023, pp. 273-299.
- [60] J.J. Robertson, E. Brem, A. Koyfman, *The acute hemolytic anemias: the importance of emergency diagnosis and management*, **The Journal of Emergency Medicine**, **53**(2), 2017, pp. 202-211.
- [61] U. Jäger, W. Barcellini, C.M. Broome, M.A. Gertz, A. Hill, Q.A. Hill, B. Jilma, D.J. Kuter, M. Michel M. Montillo A. Röth, *Diagnosis and treatment of autoimmune hemolytic anemia in adults: Recommendations from the First International Consensus Meeting*, **Blood reviews**, **41**, 2020, Article Number 100648, DOI: 10.1016/j.blre.2019.100648
- [62] D.R. Higgs, J.D. Engel, G. Stamatoyannopoulos, *Thalassaemia*, **The lancet**, **379**(9813), 2012, pp. 373-383.
- [63] E. Angelucci, S. Matthes-Martin, D. Baronciani, F. Bernaldin, S. Bonanomi, M.D. Cappellini, J.H. Dalle, P. Di Bartolomeo, C.D. de Heredia, R. Dickerhoff, C. Giardini, *Hematopoietic stem cell transplantation in thalassemia major and sickle cell disease: indications and management recommendations from an international expert panel*, **Haematologica**, **99**(5), 2014, pp. 811-820, DOI: 10.3324/haematol.2013.099747.

MODIFICĂRI HEMATOLOGICE ȘI BIOCHIMICE ÎN CIROZA HEPATICĂ UMANĂ

Rut-Loredana BÎRGOAN ¹, Gabriela DUMITRU ^{1*},
Silvia DUMITRAȘCU ², Ion SANDU ^{3,4} Elena TODIRAȘCU-CIORNEA ¹

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

³ Universitatea Alexandru Ioan Cuza din Iași, Facultatea de Geografie și Geologie, B-dul Carol I, Nr.
20 A, 700506, Iași, România

⁴ Forumul Inventatorilor din România, Strada Sf. Petru Movila, Nr. 3, Bl. L11, III/3, 700089 Iași,
România

*gabriela.dumitru@uaic.ro, 0232201522, 700506, Iași, Romania

Rezumat: *Ciroza hepatică reprezintă o dezorganizare hepatică în stadiu terminal caracterizată printr-o înlocuire progresivă a celulelor hepatice funcționale în țesut fibrotic nefuncțional. Afectarea hepatică care duce la ciroză este rezultatul unui mecanism complex care implică, de la efecte toxice directe la un proces inflamator susținut, conducând la moartea hepatocitelor și a fibrozei hepatice, mediată de secreția mai multor citokine. Reacția inflamatorie este procesul coordonat prin care ficatul răspunde la afecțiunile locale, încercând să restabilească structura inițială și funcția hepatică. Cu toate acestea, dacă afectarea locală este persistentă și/sau intensă, răspunsul inflamator menținut dă naștere la o înlocuire treptată a țesutului hepatic normal cu cicatrizare fibrotică nefuncțională. Lucrarea de față prezintă variațiile unor indicatori hematologici și biochimici la un grup de pacienți diagnosticați cu ciroză hepatică.*

Cuvinte cheie: *Ciroză hepatică; Parametri hematologici; Inflamație; Indicatori biochimici*

Introducere

Ciroza hepatică se caracterizează prin fibroză tisulară și transformarea celulelor hepatice normale în noduli structural anormali. Caracteristicile morfologice evidente în ciroza sunt fibroza difuză, noduli regenerativi, aspectul lobar a ficatului este modificat iar circulația hepatică reprezentată de vena portă și artera hepatică suferă și ele modificări care duc la accentuarea patologiei. Apariția dereglărilor vasculare sunt determinate de topografia septurilor fibrotice vascularizate este o disfuncție specifică a cirozei. Alte caracteristici importante sunt capilarizarea sinusoidelor și a fibrozei perisinusoidală, tromboza vasculară și leziunile de la nivelul tractului portal și a venelor hepatice, distrugerea parenchimului lobar și hipoxia tisulară, aceste modificări ducând la dezvoltarea hipertensiunii portale și a multor complicații. De altfel, hipertensiunea portală reprezintă principalul mecanism care duce la moartea pacienților cu ciroză [1, 2].

Ciroza hepatică se manifestă prin acumularea locală de țesut fibros care izolează lobulii hepatici normali, împiedicând contactul și schimbul metabolic dintre hepatocite și sinusoides sangvine, perturbând aspectul normal a ficatului, fiind înlocuit constant de noduli anormali înconjurați de țesut fibros. Acest proces are ca rezultat o pierdere progresivă a funcției hepatice, cum ar fi catabolismul toxinelor și medicamentelor, reglarea metabolismului carbohidraților, lipidelor și proteinelor, sinteza proteinelor multiple și a altor molecule importante.

Pentru diagnosticarea cirozei se iau în considerare, în primul rând dovezile histopatologice ale fibrozei în stadiu tardiv. În acest sens, cunoștințele din ce în ce mai mari despre mecanismele biologice ale fibriogenezei, angiogenezei a fiecărui stadiu de evoluție au dus la o distincție între ciroza hepatică compensată și ciroza hepatică necompensată, care se bazează pe gradul de presiune portală și pe apariția complicațiilor clinice caracterizate prin prezența ascitei, encefalopatiei hepatice, varicelor și sângerărilor esofagiene, icterului, insuficienței renale și cardiace și frecvent, dezvoltarea carcinomului hepatocelular. Apariția unor tratamente terapeutice antifibrotice eficiente pentru pacienții aflați în stadiu cirotic contribuie enorm la depistarea gradului de avansare a boală în context clinic [3, 4].

Lucrarea de față prezintă variațiile unor indicatori hematologici și biochimici la un lot de subiecți diagnosticați cu ciroză hepatică, cunoscut fiind faptul că ficatul este un filtru natural al organismului care se poate contamina și poate înceta să funcționeze corespunzător dacă nu se respectă anumite condiții de viață [5, 6].

Material și metode de studiu

În acest studiu s-au luat în evidență un număr de 41 de pacienți cu ciroză hepatică cauzată de mai mulți factori. Dintre aceștia, 14 sunt femei cu vârste cuprinse între 60 și 80 de ani, și 27 sunt bărbați cu vârste între 50-70 de ani.

Pentru determinarea parametrilor hematologici s-a utilizat unui analizor automat de hematologie de tip 5 diff, iar determinarea parametrilor biochimici s-a realizat cu ajutorul analizorului RX Imola, activitatea enzimelor alanin-aminotransferazei, aspartat-aminotransferazei și gama-glutamil transferazei fiind măsurată spectrofotometric.

Rezultate și discuții

Un prim indicator luat în studiu este hemoglobina, culoarea roșie a sângelui, respectiv a globulelor roșii fiind dată de acest parametru hematologic care conține un pigment pe bază de fier. Aceasta are capacitatea de a fixa O_2 din aer la nivelul plămânilor și de a-l transporta în tot organismul, la celule. Molecula de hemoglobină este un tetramer format din 4 grupări heminice (Hem) și globina, constituită din 2 perechi de lanțuri polipeptidice, hem-ul fiind format dintr-o moleculă de protoporfirină legată de un atom de Fe [7, 8].

Astfel, din Figura 1 putem observa faptul că la bărbații cu vârsta cuprinsă între 50 și 70 de ani valoarea medie a hemoglobinei este de $11,91 \pm 2,37$ g/dL, valoare mai mică decât intervalul de normalitate ($13,1 - 17,2$ g/dL), cea mai scăzută valoare fiind înregistrată la un pacient în vârstă de 60 de ani care a prezentat un nivel hemoglobinic de numai 6,8g/dL.

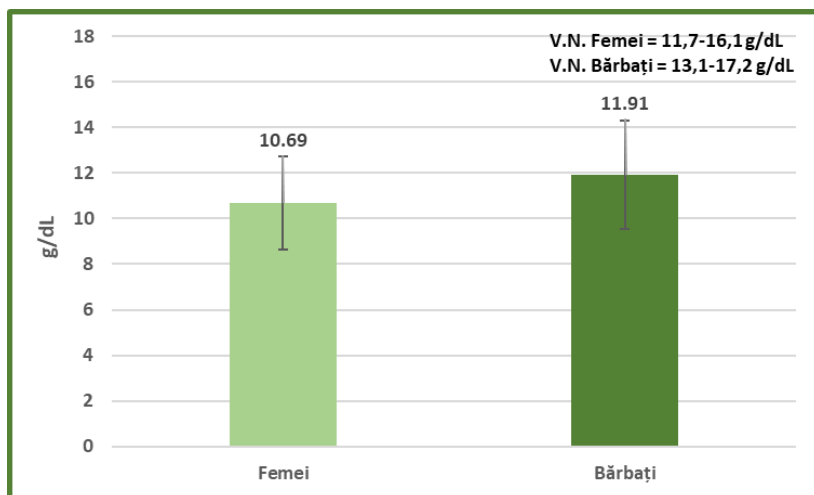


Fig. 1. Valorile medii ale concentrației de hemoglobină la pacienți diagnosticați cu ciroză hepatică

În schimb, la femeile cu vârsta cuprinsă între 60 și 80 de ani. valoarea medie a hemoglobinei este de $10,69 \pm 2,03$ g/dL, valorile medii fiind mai mici decât intervalul de fiziologic-normal (11,7 – 16,1 g/dL), datele din literatură [9] indicând faptul că un nivel hemoglobinic scăzut în bolile hepatice este frecvent asociată cu anomalii hematologice, la pacienții cu o boală hepatică alcoolică, diferite efecte ale alcoolului (malabsorbția, malnutriția sau efectul toxic direct) putând contribui la anemie.

Hematocritul - un indicator fidel al gradului de anemie înregistrează valori medii scăzute la ambele sexe ($33,5 \pm 8,44\%$ la bărbați și $30,9 \pm 6,45\%$ la femei). Un caz particular îl prezintă o pacientă în vârstă de 60 de ani ce a înregistrat o valoare de 12% a hematocritului, acest parametru fiind repetat în decursul a mai multor internări pacienta prezentând în continuare valori cuprinse între 12% și 16%, nivelurile scăzute datorându-se apariției anemiei severe, caracteristică bolilor hepatice (Fig.2) [10, 11].

Din Figura 3 se poate observa faptul că valoarea medie a numărului de eritrocite la bărbați este de $3,55 \pm 0,96$ mil./ μ L, valorile normale ale acestui parametru pentru pacienții de sex masculin fiind

cuprinse între 4,2 și 5,6mii/ μ L, în timp ce la femei, valoarea medie a numărului de eritrocite este de $3,33 \pm 0,63$ mil./ μ L. Întrucât valorile admise ale acestui parametru pentru pacienții de sex feminin se află în intervalul 3,8-5,2mil./ μ L, valorile medii obținute pentru lotul analizat, reprezintă un factor de patogenitate, principala funcție a acestor celule constând în transportul O_2 de la plămân la țesuturi și transferul CO_2 de la țesuturi la plămân. De altfel, unii autori [12, 13] afirmă faptul că un număr mic de eritrocite ($< 3,8$ mil./ μ L) face ca șansele de formare a hemolizei să fie mult mai mari, crescând astfel riscurile de complicații ale bolilor hepatice.

Viteza de sedimentare a hematiilor (VSH) este un parametru ce indică câte hematii se sedimentează la un anumit interval de timp, fiind un indicator al prezenței și intensității unei inflamații sau a unei infecții, adică un instrument utilizat pentru a monitoriza răspunsul organismului la o afecțiune sau la un tratament [14].

La bărbați, valoarea medie a vitezei de sedimentare a hematiilor este de $27,86 \pm 25,33$ mm, în timp ce la femei valoarea medie a VSH-ului este de $55,41 \pm 27,28$ mm, atât valorile medii ale pacienților de sex masculin, dar în special a celor de sex feminin fiind mai crescute decât intervalul fiziologic-normal (Fig. 4), cunoscut fiind faptul că un VSH mărit indică prezența unei inflamații sau o infecție în organism [15], iar în acest caz putem vorbi de o inflamație hepatică cauzată de ciroză.

Un alt parametru analizat este timpul Quick (timpul de protrombină) care măsoară capacitatea de coagulare a sângelui, protrombina fiind o proteină produsă de ficat [16]. Astfel, din figura 5 observăm că în cazul pacienților de sex masculin valoarea medie a timpului Quick este de $19,12 \pm 5,61$ s, iar la femei atinge pragul mediu de $18,69 \pm 5,80$ sec. Trebuie să menționăm că este interesant cazul unei paciente în vârstă de 62 de ani care a prezentat 2 internări. Astfel, la prima internare pacienta înregistra o valoare peste limita admisă a timpului Quick (38,2s), iar la doua internare aceasta prezenta o valoare mai scăzută decât la prima internare (35,7s), dar tot peste limita admisă a acestui parametru, cunoscut fiind faptul că în urma creșterii valorilor timpului Quick, pacienții ce suferă de ciroză hepatică sunt predispuși la diferite disfuncții, la formarea cheagurilor de sânge, dar și la riscul hemoragiilor interne.

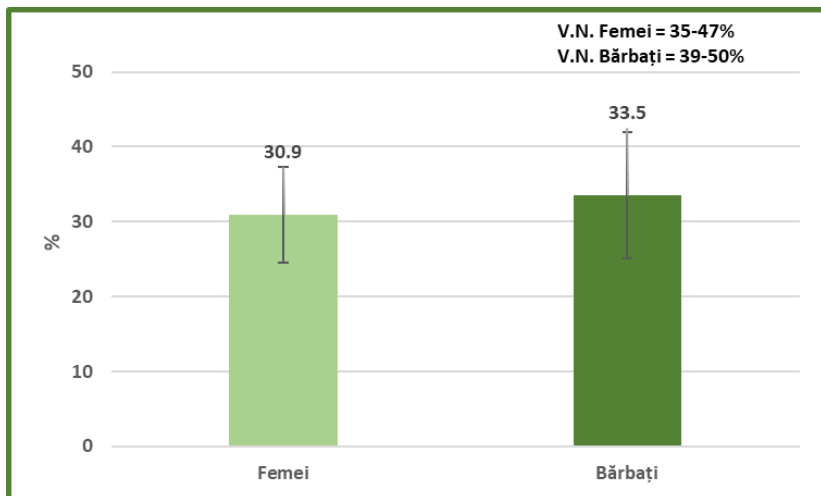


Fig. 2. Valorile medii ale concentrației de hematocrit la pacienții diagnosticați cu ciroză hepatică

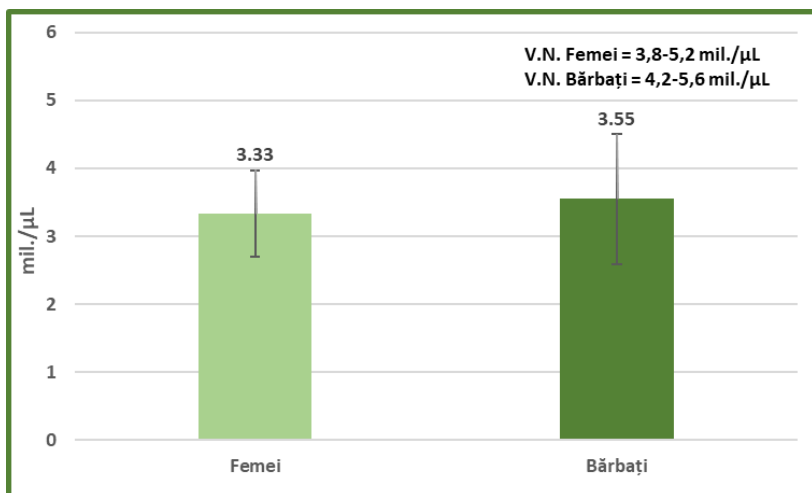


Fig. 3. Valorile medii ale numărului de eritrocite la pacienți diagnosticați cu ciroză hepatică

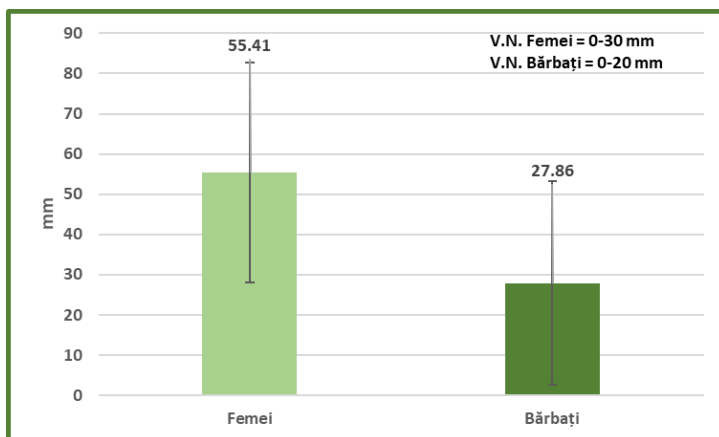


Fig. 4. Valorile medii ale VSH la pacienți diagnosticați cu ciroză hepatică

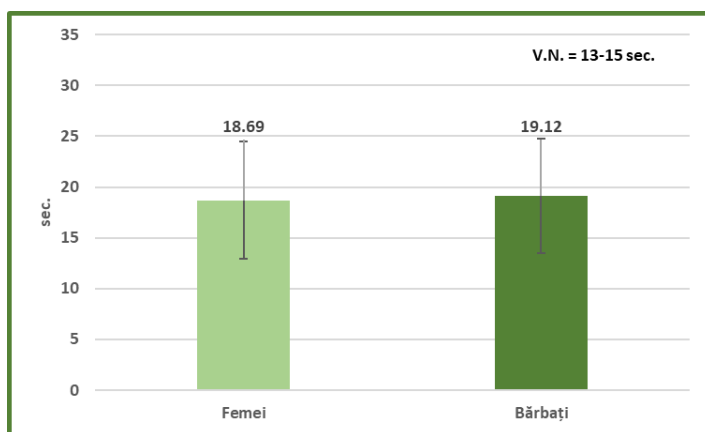


Fig. 5. Valorile medii ale timpului Quick la pacienți diagnosticați cu ciroză hepatică

Din figura 6 se observă faptul că, atât în cazul pacienților de sex masculin ($1,60 \pm 0,56s$), cât și în cazul pacienților de sex feminin ($1,58 \pm 0,60s$), valorile medii ale INR (International normalized ratio) - un indicator bazat pe calculul rezultatelor timpului de protrombină, nu se

încadrează în intervalul de normalitate (0,8-1,2s), unele date indicând faptul că valorile ridicate ale acestui parametru indică o insuficiență hepatică corelată cu ciroza hepatică [17, 18]. INR-ul este în strânsă legătură cu timpul Quick, de aceea pacienții ce prezintă un timp Quick mai ridicat prezintă și un INR mai mare, aceasta relație fiind valabilă și invers [19].

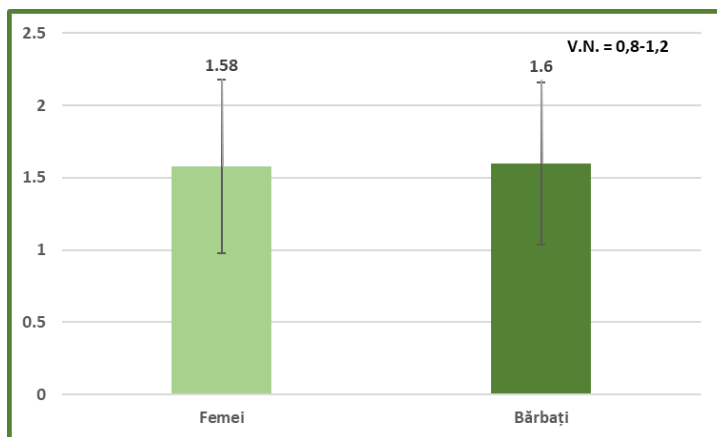


Fig. 6. Valorile medii ale INR la pacienți diagnosticați cu ciroză hepatică

În ce privește parametri biochimici, un prim indicator analizat este aspartataminotransferaza (TGO) - o enzimă din clasa transferazelor care indică gradul de afectare hepatică [20].

În cazul pacienților de sex masculin, valoarea medie a TGO este de $85,52 \pm 84,98$ UI/L, în timp ce la femei pragul mediu al TGO este de $47,47 \pm 38,13$ UI/L, datele înregistrate fiind mult superioare față de intervalul de referință (Fig. 7).

Conform studiilor de specialitate, valorile crescute ale TGO sunt întâlnite în cazul consumului excesiv de alcool, acesta reprezentând o cauză majoră a cirozei hepatice. Cu cât e mai mare valoarea TGO cu atât este mai mare gradul de fibroză la nivel hepatic valorile obținute de pacienții luați în studiu indicând un grad ridicat de fibroză.

Alanin-aminotrasferaza (TGP) este o enzimă din clasa transferazelor care se găsește în principal în ficat, la nivelul celulei hepatice

[21]. Astfel, din figura 8 se observă faptul că atât la bărbați, cât și la femei, valoarea medie a activității TGP este mult superioară comparativ cu limita maximă admisă a intervalului de referință (0-31UI/L la femei și 0-41UI/L la bărbați).

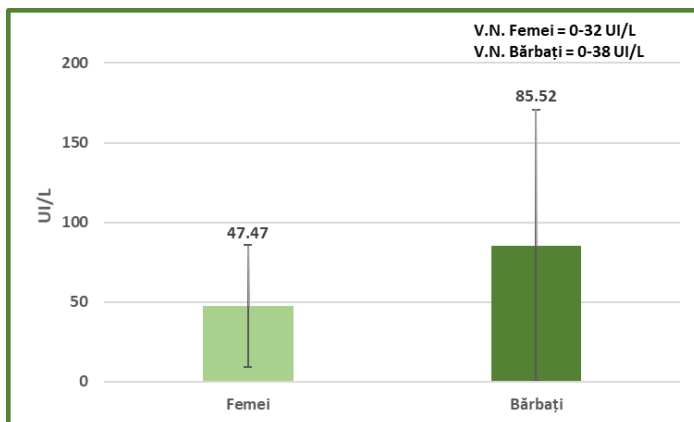


Fig. 7. Valorile medii ale TGO la pacienți diagnosticați cu ciroză hepatică

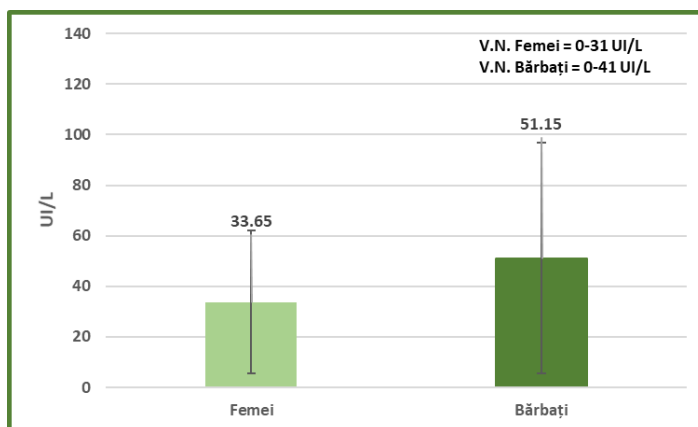


Fig. 8. Valorile medii ale TGP la pacienți diagnosticați cu ciroză hepatică

Datele din literatură [22] arată că o creștere a valorii TGP de 20-100 de ori apare în cazul hepatitelor acute virale și toxice. În cazul hepatitelor acute cu virus A, creșterea TGP-ului duce la apariția icterului. În hepatita cronică persistentă valorile transaminazelor apar intermitent crescute, iar în hepatita cronică activă apar creșteri ale TGP.

Gama-glutamyltransferaza (GGT) este o enzimă ce se găsește la nivelul ficatului și ductelor biliare, fiind un marker cu valoare predictivă în diagnosticul sindromului metabolic, cu implicare în procesele metabolice ale mediatorilor de inflamație, ale substanțelor carcinogene și al celor toxice [23].

În cazul pacienților de sex masculin valoarea medie a GGT este de $365,86 \pm 534,58$ U/L, în timp ce la femei este de $99,90 \pm 159,52$ U/L, valori mult superioare față de intervalul de normalitate (Fig. 9). De altfel, unele date [24] arată faptul că în ciroza hepatică GGT poate crește de 4 ori față de normal, iar în cazul suprapunerii unui carcinom primitiv hepatic poate crește chiar de 10 până la 20 de ori peste normal.

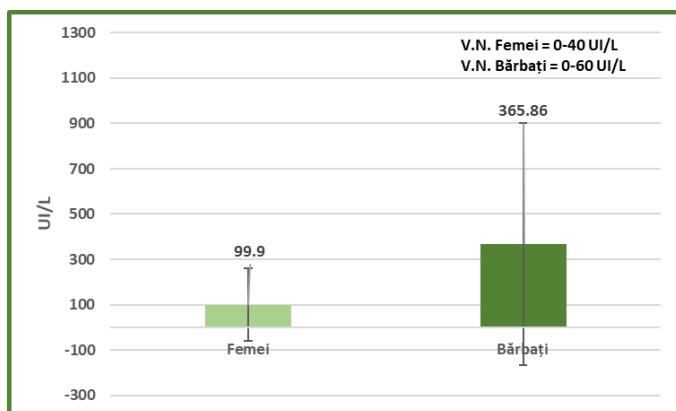


Fig. 9. Valorile medii ale GGT la pacienți diagnosticați cu ciroză hepatică

În ce privește proteina C reactivă (CRP) - marker sensibil al inflamației generale și al leziunilor tisulare din organism produs de către ficat [25, 26], din figura 10 putem observa faptul că valoarea medie a acestui parametru la bărbați este de $41,77 \pm 48,63$ mg/L, în timp ce la femei

valoarea medie decelată este de $23,84 \pm 38,71$ mg/L, valorile de referință fiind cuprinse între 0-6 mg/L la ambele sexe.

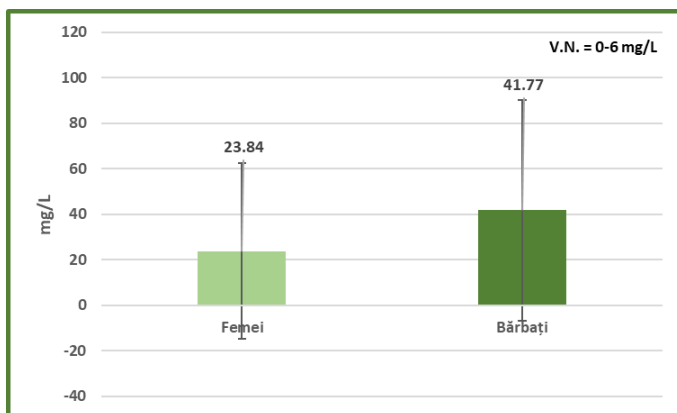


Fig. 10. Valorile medii ale CPR la pacienți diagnosticați cu ciroză hepatică

De altfel datele din literatură evidențiază faptul că valoarea crescută a proteinei C reactive reflectă severitatea bolilor hepatice și este cel mai bun răspuns dat de organism atunci când în corpul uman există o afecțiune inflamatorie, leziuni sau necroze tisulare, infecții cu influență directă care conduc la agravarea cirozei hepatice [27-29].

Concluzii

Rezultatele obținute ne-au permis formularea următoarelor concluzii generale:

1. Pacienții cu ciroză hepatică luați în studiu prezintă un grad ridicat de anemie, malabsorbție și malnutriție cauzate de declinul sistemului hemolitic. În acest sens, se observă valori scăzute ale concentrației de hematocrit și ale numărului de eritrocite, precum și valori crescute ale VSH, ceea ce indică o stare de inflamație sau o infecție, aceste modificări hematologice fiind specifice bolilor hepatice.

2. Valorile înregistrate pentru parametri de coagulare au demonstrat că pacienții cu ciroză hepatică analizați au probleme cu procesul de hemostază a sângelui, fiind predispuși la hemoragii interne sau chiar la apariția de tromboze.

3. În ce privește modificările parametrilor biochimici analizați, putem aprecia că gradul de afectare hepatică este unul ridicat, valorile medii ale TGO, TGP și GGT fiind extrem de ridicate, comparativ cu intervalele de referință. De altfel, este cunoscut faptul că valorile ridicate ale GGT sunt specifice pentru ciroza hepatică alcoolică, indicând o valoare crescută a alcoolului în organism, în timp ce o activitate ridicată a TGP duce la apariția icterului, culoarea fiind specifică bolnavilor cu ciroză hepatică.

4. Problematika cirozei hepatice rămâne un subiect actual și din ce în ce tot mai răspândit, tratamentul bolii fiind unul individual, în funcție de simptomatologia fiecărui pacient în parte, iar managementul bolii, deși deosebit de dificil la acești pacienți, este unul dintre factorii cei mai importanți.

Referințe bibliografice

- [1] W.C. Zhou, Q.B. Zhang, L. Qiao, *Pathogenesis of liver cirrhosis*, **World Journal of Gastroenterology: WJG**, 20(23), 2014, pp. 7312-7324, DOI: 10.3748/wjg.v20.i23.7312.
- [2] P. Ginès, A. Krag, J.G. Abraldes, E. Solà, N. Fabrellas, P.S. Kamath, *Liver cirrhosis*, **The Lancet**, 398(10308), 2021, pp.1359-1376.
- [3] M. Premkumar, A.C. Anand, *Overview of complications in cirrhosis*, **Journal of Clinical and Experimental Hepatology**, 12(4), 2022, pp.1150-1174, DOI: 10.1016/j.jceh.2022.04.021.
- [4] E.B. Tapper, N.D. Parikh, *Diagnosis and management of cirrhosis and its complications: a review*, **Jama**, 329(18), 2023, pp.1589-1602.
- [5] A. Loria, C. Escheik, N.L. Gerber, Z.M. Younossi, *Quality of life in cirrhosis*, **Current Gastroenterology Reports**, 15, 2013, pp.1-7.
- [6] D.Q. Huang, N.A. Terrault, F. Tacke, L.L. Gluud, M. Arrese, E. Bugianesi, R. Loomba, *Global epidemiology of cirrhosis—etiology, trends and predictions*, **Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology**, 20(6), 2023, pp.388-398.

- [7] C. Chircov, A. Spoială, C. Păun, L. Crăciun, D. Ficăi, A. Ficăi, E. Andronescu, Ș.C. Turculeț, *Mesoporous silica platforms with potential applications in release and adsorption of active agents*, **Molecules**, **25**(17), 2020, Article Number 3814, DOI: 10.3390/molecules25173814.
- [8] M.H. Ahmed, M.S. Ghatge, M.K. Safo, *Hemoglobin: structure, function and allostery*, **Vertebrate and Invertebrate Respiratory Proteins, Lipoproteins and Other Body Fluid Proteins**, 2020, pp.345-382.
- [9] M. Manrai, S. Dawra, R. Kapoor, S. Srivastava, A. Singh, *Anemia in cirrhosis: An underestimated entity*, **World Journal of Clinical Cases**, **10**(3), 2022, pp. 777-789. DOI: 10.12998/WJCC.V10.I3.777.
- [10] E. Gkamprela, M. Deutsch, D. Pectasides, *Iron deficiency anemia in chronic liver disease: etiopathogenesis, diagnosis and treatment*, **Annals of Gastroenterology**, **30**(4), 2017, pp. 405-413, DOI: 10.20524/aog.2017.0152.
- [11] S.Q. Wang, Y.Q. Zhan, X. Hu, Y.P. Zhuang, H.Q. Liu, M.F. Hong, H.Y. Zhong, *Anemia is associated with disease severity, hepatic complications, and progression of Wilson disease: a retrospective cohort study*, **Digestive Diseases**, **41**(4), 2023, pp.632-640, DOI: 10.1159/000530473.
- [12] P.W. Marks, *Hematologic manifestations of liver disease*, **Seminars in Hematology**, **50**(3), 2013, pp. 216-221.
- [13] G. Privitera, G., Meli, *An unusual cause of anemia in cirrhosis: spur cell anemia, a case report with review of literature*, **Gastroenterol Hepatol Bed Bench**, **9**, 2016, pp. 335-339.
- [14] U. Ana, *Expression of the inflammatory syndrome manifestations in patients with seronegative rheumatoid arthritis*, **MedEspera**, 2024.
- [15] R. Kimura, J. Schwartz, E. Bennett-Guerrero, *A narrative review on the potential therapeutic benefits of chamomile in the acute care setting*, **Journal of Herbal Medicine**, **41**, 2023, Article Number 100714, DOI: [10.1016/j.hermed.2023.100714](https://doi.org/10.1016/j.hermed.2023.100714).
- [16] R. Yang, M. Zubair, L. Moosavi, *Prothrombin time*, **StatPearls Publishing**, 2024.
- [17] A. Tripodi, S.H. Caldwell, M. Hoffman, J.F. Trotter, A.J. Sanyal, *The prothrombin time test as a measure of bleeding risk and prognosis in liver disease*, **Alimentary Pharmacology & Therapeutics**, **26**(2), 2007, pp.141-148.
- [18] I. Cervinski, L. Tofan-Scutaru, V.T. Dumbrava, L. Cobîltean, M. Cojuhari, *Insuficiența hepatică cronică la pacienții cu ciroză hepatică*,

Analele Științifice ale USMF „N. Testemițanu”, 13(3), 2012, pp.132-140.

- [19] S. Shikdar, R. Vashisht, B.T. Bhattacharya, **International Normalized Ratio**, StatPearls Publishing, 2018.
- [20] G.B. Menezes, D. Almeida, S.R. Pacheco, M.S. Campos, M.G. Gouvea, J.R.R. Pinho, R.M. Nascimento, S.M. Freire, R. Schaer, M.I. Schinoni, *Prevalence of Hepatitis E Virus in Patients with Chronic Hepatopathy in a Reference Center of Bahia State, Brazil*, **Medical Research Archives**, **11(5)**, 2023, DOI: [10.18103/mra.v11i5.3773](https://doi.org/10.18103/mra.v11i5.3773)
- [21] D.C. Cojocaru, M. Sandu, **Biochimia proteinelor și acizilor nucleici**, Ed. PIM, Iași, 2004.
- [22] M.G. Ghany, J.J. Feld, K.M. Chang, H.L. Chan, A.S. Lok, K. Visvanathan, H.L. Janssen, *Serum alanine aminotransferase flares in chronic hepatitis B infection: the good and the bad*, **The Lancet Gastroenterology & Hepatology**, **5(4)**, 2020, pp. 406-417.
- [23] B. Kasapoglu, C. Turkay, Y. Bayram, C. Koca, *Role of GGT in diagnosis of metabolic syndrome: a clinic-based cross-sectional survey*, **Indian Journal of Medical Research**, **132(1)**, 2010, pp. 56-61.
- [24] P. Sharma, *Value of liver function tests in cirrhosis*, **Journal of Clinical and Experimental Hepatology**, **12(3)**, 2022, pp. 948-964, DOI: [10.1016/j.jceh.2021.11.004](https://doi.org/10.1016/j.jceh.2021.11.004).
- [25] M.B. Pepys, M.G. Hirschfield, *C-Reactive Protein: A Critical Update*, **The Journal of Clinical Investigation**, **111**, 2003, pp. 1805-1812.
- [26] W. Ansar, S. Ghosh, *Inflammation and inflammatory diseases, markers, and mediators: role of CRP in some inflammatory diseases*, **Biology of C reactive Protein in Health and Disease**, 2016, pp.67-107.
- [27] P.M. Ridker, *C-Reactive Protein and Other Markers of Inflammation in the Prediction of Cardiovascular Disease in Women*, **New England Journal of Medicine**, **342**, 2000, pp. 836-843 p.
- [28] V. Di Martino, C. Coutiris, J.P. Cervoni, S. Dritsas, D. Weil, C. Richou, C. Vanlemmens, T. Thevenot, *Prognostic value of C-reactive protein levels in patients with cirrhosis*, **Liver Transplantation**, **21(6)**, 2015, pp.753-760, DOI: [10.1002/lt.24088](https://doi.org/10.1002/lt.24088).
- [29] T. Ichikawa, N. Machida, H. Kaneko, I. Oi, M.A. Fujino, M.A., *C-reactive protein can predict patients with cirrhosis at a high risk of early mortality after acute esophageal variceal bleeding*, **Internal Medicine**, **58(4)**, 2019, pp. 487-495, DOI: [10.2169/internalmedicine.1447-18](https://doi.org/10.2169/internalmedicine.1447-18).

VARIAȚIILE UNOR INDICATORI HEMATOLOGICI ȘI BIOCHIMICI LA COPII DIAGNOSTICAȚI CU BRONHOPNEUMONIE

Camelia GUZUN ¹, Gabriela DUMITRU ^{1*}, Valentina MAMALIGA ²,
Iulia POPESCU ², Silvia DUMITRAȘCU ³, Elena TODIRAȘCU-CIORNEA ¹

¹ Universitatea Alexandru Ioan Cuza din Iași, Facultatea de Biologie,
Departamentul de Biologie, B-dul Carol I, Nr. 20 A, 700506, Iași, România

² Instituția Medicală Sanitară Publică Spitalul Raional Ungheni, 3603, Str. Națională, Nr. 37, Raion
Ungheni, Orașul Ungheni, Republica Moldova

³ Școala Gimnazială Nr. 1 Râmniceleu, Str. Principală, 12750, jud. Buzău

*gabriela.dumitru@uaic.ro, 0232201522, 700506, Iași, Romania

Rezumat: *Pneumonia clinică infantilă este cauzată de o combinație de expunere la factori de risc legați de gazdă, mediu și infecție. Bronhopneumonia este cea mai frecventă manifestare clinică a pneumoniei în populația pediatrică și principala cauză infecțioasă a mortalității la copiii sub 5 ani. La copii, datorită funcției scăzute a imunității și maturității incomplete pulmonare sputa este dificil de expectorat și apare astfel, inflamația pulmonară severă. Evaluarea tratamentului implică proceduri de diagnosticare, evaluarea severității bolii și tratamentul bolii cu accent pe vulnerabilitatea populației. Prezenta lucrare analizează datele provenite de la grup de copii (fete și băieți cu vârste cuprinse între câteva luni și 14 ani) diagnosticați cu bronhopneumonie, luându-se în calcul o serie de parametri hematologici și biochimici.*

Cuvinte cheie: *Bronhopneumonie; Copii; Indicatori hematologici și biochimici*

Introducere

Pneumonia este o patologie a sistemului respirator inferior, fiind cauzată de obicei de un agent patogen care are ca rezultat inflamarea țesuturilor unuia sau ambilor plămâni [1, 2].

Incidența pneumoniei variază în funcție de grupele de vârstă și de tarile în curs de dezvoltare și cele dezvoltate. La nivel mondial, incidența anuală globală a pneumoniei la copii cu vârsta mai mică de 5 ani este cuprinsă între 150 și 156 milioane de cazuri, ceea ce duce la un număr estimat de 2 milioane de decese pe an, dintre care cele mai multe au loc în țările în curs de dezvoltare, 40% dintre cazuri necesitând spitalizare. În țările dezvoltate incidența anuală a pneumoniei este estimată ca fiind 33 la 10.000 de copii mai mici de 5 ani și la 14.5 la 10.000 la cei cu vârste cuprinse între 0 și 16 ani. Astfel, potrivit Organizației Mondiale a Sănătății (OMS), pneumonia este cea mai mare cauză de deces la copii la nivel mondial, conducând la decesul anual al unui număr estimat de 1.2 milioane de copii mai mici de 5 ani [3, 4].

Conform estimărilor OMS, 450 de milioane de cazuri de pneumonie sunt înregistrate în fiecare an; aproximativ 4 milioane de oameni mor din cauza acestei boli, reprezentând 7% din mortalitatea totală a 57 de milioane de oameni. Cele mai mari incidențe apar la copiii mai mici de 5 ani și la adulții cu vârsta peste 75 de ani [5].

În țările în curs de dezvoltare, pneumonia se manifestă în peste 150 de milioane de cazuri noi și provoacă anual peste 1,3 milioane de decese care ar putea fi prevenite [6].

Infecțiile respiratorii inferioare apar pe tot parcursul anului, dar în mod excesiv în timpul toamnei și iernii, când copiii sunt ținuti în casă, ceea ce duce la o răspândire mai eficientă a infecțiilor prin contact. Mai mulți factori predispun la dobândirea acestor infecții, precum frecventarea grădinițelor și a școlilor, aglomerația din interior, expunerea pasivă la fum, lipsa sau subimunizarea, abuzul de alcool la adolescenți care provoacă pneumonie prin aspirație și afecțiuni medicale subiacente, cum ar fi greutatea mică la naștere, displazia bronhopulmonară, astmul, bolile cardiace, convulsiile, bolile neuromusculare, boala de reflux gastro-esofagian, malnutriția, starea de imunocompromisie, boala celulelor seceră și fibroza chistică [7-9].

Cel mai frecvent agent patogen cauzal pentru pneumonia dobândită în comunitate rămâne *Streptococcus pneumoniae*, cu o tendință de scădere la nivel global. Alți agenți patogeni tipici includ *Haemophilus influenzae*, *Moraxella catarrhalis*, *Staphylococcus aureus* și *Klebsiella*

pneumoniae, precum și agenți patogeni atipici, inclusiv *Mycoplasma pneumoniae*, *Chlamydophila pneumoniae* și *Legionella pneumophila* [10].

Bronhopneumonia pediatrică - una dintre bolile respiratorii frecvente în pediatrie, se referă la o reacție inflamatorie care este cauzată în principal de virusuri, bacterii sau *Mycoplasma pneumoniae* și alte microorganisme patogene care invadează organismul prin tractul respirator și apoi ducând clinic la tuse, febră și dispnee. Cu sistem respirator imatur, constituție slabă și rezistență scăzută, țesutul pulmonar bronșic și periferic al copiilor de 2-5 ani este cel mai susceptibil de a fi invadat de diferiți agenți patogeni [11].

Bronhopneumonia pediatrică are caracteristici de debut rapid, progres rapid și recurență ușoară. Dacă nu este tratată corespunzător, va provoca diverse complicații, cum ar fi edem cerebral, insuficiență respiratorie și insuficiență cardiacă, care afectează grav sănătatea copiilor [12-14].

Material și metode de studiu

Datele prezentate în acest studiu provin de la subiecți din Republica Moldova, fiind luați în studiu 144 pacienți, dintre care 72 de sex feminin și 62 de sex masculin, probele biologice pentru efectuarea investigațiilor hematologice și biochimice fiind recoltate de către personal calificat, după un set de reguli specifice.

Parametri hematologici (hemoglobina, hematocritul, numărul de eritrocite și leucocite) s-au determinat cu ajutorul analizatorului hematologic Yumizen H 500, iar pentru determinarea parametrilor biochimici s-a folosit tot un sistem automat - analizorul Cobas C 311, proteina C reactivă fiind determinată prin metoda imunoturbidimetrică, în timp ce fierul a fost determinat prin metoda fotometrică. Pentru determinarea vitezei de sedimentare a hematiilor (VSH) s-a folosit micrometoda Pancenkov, cunoscut fiind faptul că acesta este un indicator de mare valoare clinică, întrucât este un test nespecific care poate fi modificat de prezența oricărui tip de proces inflamator, necrotic sau autoimun, ce alternează structura proteinelor plasmaticе.

Rezultate și discuții

Stratificarea pacienților cu bronhopneumonie în funcție de intervalul de vârstă oferă o abordare sistematică pentru o analiză mai detaliată a datelor și o mai bună înțelegere a potențialelor variații ale severității bolii și a răspunsului la tratament. Astfel, copiii au fost grupați în funcție de vârsta lor în trei categorii distincte: 0-1 ani, 2-7 ani și 8-14 ani (Tabel 1). Această stratificare a permis o evaluare mai detaliată a potențialelor variații ale severității bolii, a răspunsului la tratament și a altor caracteristici clinice în funcție de intervalul de vârstă.

Tabelul 1. Numărul de copii luați în studiu (pe sexe și grupe de vârstă)

Sex	Numărul copiilor din fiecare grupă de vârstă		
	0-1 ani	2-7 ani	8-14 ani
Fete	24	37	11
Băieți	14	34	14
Total/vârste	38	71	25

Analiza generală a sângelui poate oferi informații valoroase cu privire la severitatea bolii, evoluția și răspunsul la tratament. În ceea ce privește hemoglobina (Hb), după cum observăm în figura de mai jos grupul de fete cu vârsta cuprinsă între 0-1ani are o valoare medie de $113 \pm 17,31 \text{ g/L}$, fetele cu vârsta cuprinsă între 2-7 ani au o valoare medie de $119,48 \pm 18,68 \text{ g/L}$, iar fetele cu vârsta de 8-14 ani au valori ale hemoglobinei de $120,09 \pm 22.79 \text{ g/L}$. La băieți, grupa de vârstă 0-1 ani prezintă o valoare medie a hemoglobinei de $108 \pm 11.72 \text{ g/L}$, cei din grupul 2-7 ani de $119,45 \pm 14.69 \text{ g/L}$, iar cei cu vârsta cuprinsă între 8-14 ani au un nivel hemoglobinic mediu egal cu $130,07 \pm 14.08 \text{ g/L}$. Valoarea medie a hemoglobinei tinde spre limita minimă a valorilor normale atât pentru fete, cât și pentru băieți, pentru toate categoriile de vârstă luate în studiu, valoarea minimă înregistrată fiind de 58 g/L , iar cea maximă de 167 g/L , la o fetiță de 17 zile ($159\text{-}240 \text{ g/L}$).

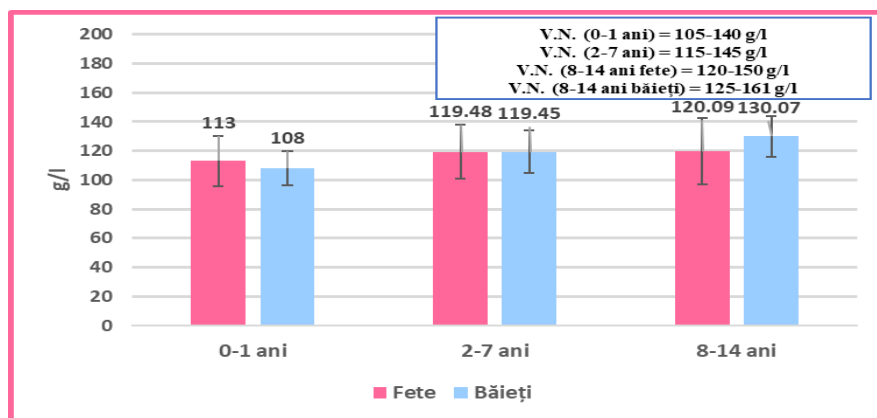


Fig. 1. Valorile medii ale hemoglobinei la copiii luați în studiu

Trebuie să menționăm faptul că o parte din copii aveau hemoglobina normală corespunzătoare vârstei, iar o altă parte dintre copii prezintă diferite grade de anemie: gradul I cu un conținut de Hb 91-110g/L, gradul II cu un conținut de Hb 71-90g/L și gradul III cu Hb 51-70g/L [15].

În plus, și în alte studii efectuate în Clinica de Pneumologie ICSDOSMC pe un lot de copii sugari (4-12 luni) diagnosticați cu bronhopneumonie în urma investigațiilor de laborator s-a constatat că unii dintre aceștia au prezentat anemie de gradul I [16].

Într-un studiu prospectiv [17] efectuat pentru a evalua rolul hemoglobinei, ca factor de risc pentru infecțiile căilor respiratorii inferioare la copiii afectați și pe un grup de copii sănătoși, s-a constatat că 74% dintre copiii din studiu aveau anemie, iar cei din grupul de control prezentau anemie într-un procent de 33%. Dintre copiii anemici, 60% au avut deficit de fier, iar 10% au avut inflamație cronică, cunoscut fiind faptul că copiii anemici sunt mai sensibili la infecții, indiferent de etiologie un nivel scăzut al hemoglobinei observându-se și în alte studii [18-20].

În plus, o anemie ușoară poate avea un impact minim, în timp ce o anemie severă poate duce la probleme semnificative de sănătate. Astfel, în anemia feriprivă, scăderea hemoglobinei este însoțită de o scădere a fierului seric, în timp ce capacitatea totală de legare a fierului crește, rezultatul fiind o saturație a transferinei mai mică de 10% [21].

Un alt parametru studiat este numărul mediu de globulele roșii - celule utilizate cel mai frecvent în studiul membranelor biologice, care au unele glicoproteine în membrana lor celulară [22], analiza figurii 2 relevând o similaritate remarcabilă a valorilor medii ale numărului de eritrocite în funcție de intervalul de vârstă, atât la fete, cât și la băieți. Valorile medii ale numărului de globule roșii a grupului de fete 0-1 ani sunt de $4.24 \pm 0.53 \times 10^{12}/L$, la 2-7 ani - $4.42 \pm 0.68 \times 10^{12}/L$, iar la 8-14 ani $4.28 \pm 0.43 \times 10^{12}/L$, în timp ce la băieți se înregistrează următoarele valori medii 0-1 ani - $4.05 \pm 0.47 \times 10^{12}/L$, 2-7 ani - $4.29 \pm 0.44 \times 10^{12}/L$, iar la 8-14 ani - $4.4 \pm 0.53 \times 10^{12}/L$. La categoriile de vârstă 0-1 ani și 8-14 ani, valorile hematiilor tind spre limita inferioară a intervalului de referință, sugerând o posibilă anemie ușoară.

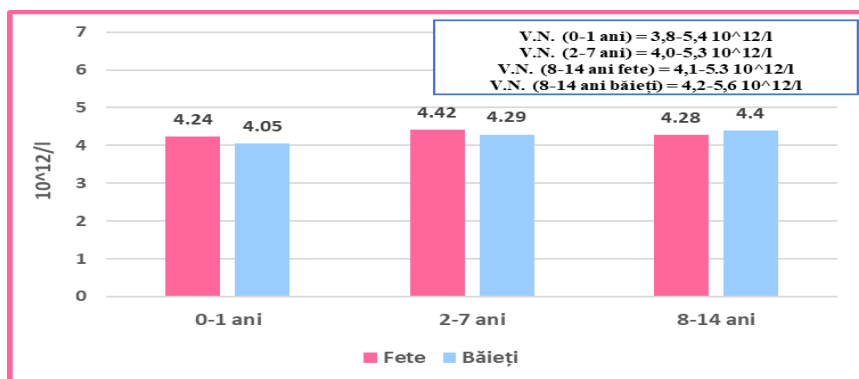


Fig. 2. Valorile medii ale numărului de eritrocite la copiii luați în studiu

În studiul efectuat de *Chang și colaboratorii* [23] pe un lot de copii cu vârsta cuprinsă între 6 luni -17 ani s-a ajuns la concluzia că anemia este un biomarker asociat cu rezultate slabe în pneumonia comunitară pediatrică, iar pacienții cu anemie cu deficit de fier sau anemie normocitară trebuie monitorizați și gestionați cu atenție, deoarece pot prezenta un grad de severitate mai mare a bolii.

Alte studii [24] arată că în urma examenului paraclinic au fost observate modificări ale valorilor hemoglobinei la nivelul primului lot de copii - $107,0 \pm 2,8 g/L$, în timp ce eritrocitele ating un prag mediu de $3,42 \pm 0,1 \times 10^{12}/L$.

Hematocritul (HCT) este procentul de volum din sânge ocupat de eritrocite. Nivelurile scăzute de hematocrit și hemoglobină indică o anemie, de altfel numărul eritrocitelor poate fi scăzut sau normal și dimensiunea eritrocitelor (MCV) poate fi mică (microcitoză).

Din punct de vedere clinic, HCT este utilizat pentru a identifica anemia și policitemia împreună cu alți parametri (de exemplu, numărul de eritrocite, concentrația de Hb). În anemie, unde există mai puține celule roșii în sângele circulant în raport cu volumul total al sângelui, HCT scade. În policitemie, există un număr mai mare de eritrocite în sânge iar HCT crește. Pacienții cu boala pulmonară obstructivă cronică au, de asemenea, HCT ridicat din cauza hipoxiei cronice [25].

După cum observăm din figura 3 valorile hematocritului sunt la limita de jos a valorilor normale pentru toate categoriile de vârstă, atât la fete, cât și la băieți. Pentru fetele cu vârsta cuprinsă între 0-1 ani se înregistrează o valoare medie de $32.85 \pm 5.13\%$, pentru grupul 2-7 ani - $35.35 \pm 5.59\%$, iar la grupa de vârstă 8-14ani - $34.8 \pm 6.01\%$. Pentru băieți valoarea medie pentru grupul 0-1 ani este de $31.22 \pm 4.39\%$, la 2-7ani - $34.59 \pm 4.51\%$, iar la 8-14ani - $37.73 \pm 4.16\%$.

Grupul 1- fetele prezintă un nivel de hematocrit la limita inferioară a intervalului, iar băieții au o valoare medie a hematocritului mai mică decât nivelul minim de referință.

Grupul 2 - copiii din această categorie de vârstă prezintă o concentrație medie a hematocritului ușor peste limita inferioară a intervalului fiziologic normal (33-43%).

Grupul 3 - fetele au valori medii situate sub limita inferioară a valorilor de referință, băieții au valori normale, dar care tot tind spre limita inferioară a minimului admis (36%).

Lipsa diferențelor semnificative între valorile medii ale hematocritului la diferite categorii de vârstă sugerează o tendință generală de valori scăzute la copiii analizați, cunoscut fiind faptul că valorile hematocritului situate la limita inferioară a intervalului de referință pot indica o anemie ușoară, care necesită o evaluare clinică individualizată și investigații suplimentare [26, 27].

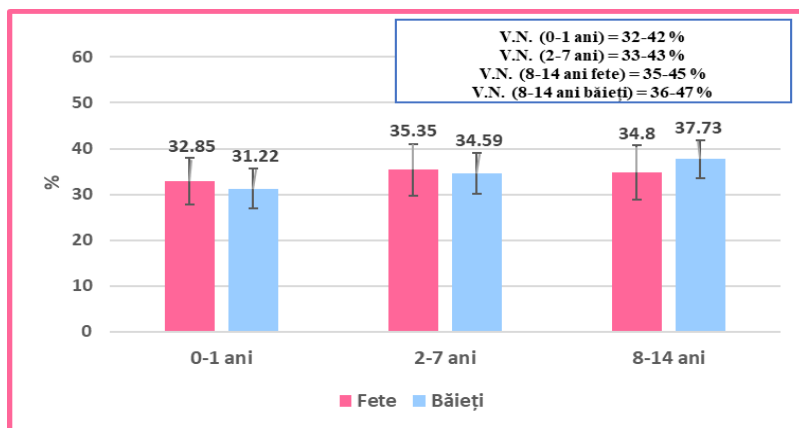


Fig. 3. Valorile medii ale hematocritului la copiii luați în studiu

Numărul mediu de leucocite (Fig. 4), prezintă valori superioare față de limita maximă admisă a intervalului de referință, în general la fete. Astfel, pentru fetele din grupa de vârstă 0-1ani se înregistrează o valoare medie de $12,2 \pm 4,96 \times 10^9/L$, valoarea decelată fiind mai mare decât la băieți ($9,0 \pm 3,7896 \times 10^9/L$), grupul de copii de 2-7 ani prezintă valori superioare celor maxim admise, atât la fete cât și la băieți ($10,99 \pm 5,93 \times 10^9/L$, respectiv $10,0 \pm 5,27 \times 10^9/L$), iar la lotul de copii cu vârstă cuprinse între 8-14 ani observăm valori situate peste intervalul fiziologic normal doar la fete ($9,11 \pm 4,48 \times 10^9/L$), cu mențiunea că în loturile de copii au participat copii cu valori minime ale numărului de globule albe de $4,6 \times 10^9/L$ și valori maxime de $22,4 \times 10^9/L$. Din aceste considerente presupunem că o parte din copii deja au primit câteva zile de tratament cu antibiotice, unii răspunzând mai greu tratamentului dat, iar o parte din copii fiind investigați primar.

De altfel, este cunoscut faptul că numărul de leucocite în sânge este determinat pentru a ajuta la diagnosticarea și determinarea severității bronhopneumoniei și pneumoniei. Studiile anterioare au arătat că un număr scăzut sau normal de leucocite la internare pentru pneumonie are un prognostic nefavorabil, individual pentru fiecare caz [28].

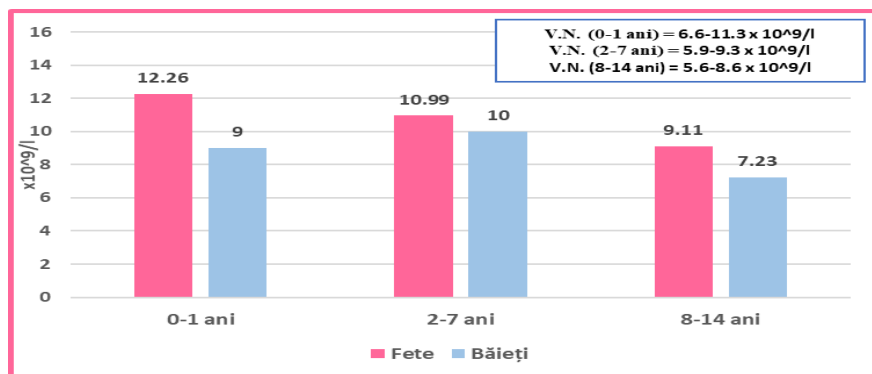


Fig. 4. Valorile medii ale numărului de leucocite la copiii luați în studiu

Numărul de celule albe din sânge și concentrațiile serice ale proteinei C reactive (CRP) și procalcitoninei sunt variabile studiate pe scară largă la copiii și adulții cu pneumonie dobândită în comunitate. În general, acești biomarkeri prezintă valori semnificativ mai mari la persoanele cu pneumonie bacteriană în comparație cu pacienții cu pneumonie virală, deși niciunul nu are suficientă sensibilitate sau specificitate pentru a fi utilizat izolat [29].

Un număr ridicat de leucocite, dar și un nivel CRP mărit poate fi asociat cu o infecție bacteriană în pneumonia dovedită, iar în cazurile de pneumonie cu nivel scăzut de CRP și leucocite se poate aplica o strategie de supraveghere în așteptarea răspunsului la tratamentul cu antibiotice [30].

În plus, dezvoltarea răspunsului imun celular sau umoral în cadrul proceselor inflamatorii la copiii cu infecții bronhopulmonare acute este determinată de intensitatea reacțiilor de sinteză a citokinelor. Infecția micoplasmică se realizează prin inhibiția marcată a sistemului imun T celular. Interleukina-2 (IL-2) are rol central în reglarea răspunsului T-celular, nivelul IL-2 în micoplasmoza respiratorie fiind modificat, ceea ce determină dereglarea sintezei celulelor-killer, B-limfocitelor și sinteza anticorpilor. Concomitent, infecția micoplasmică favorizează dezvoltarea anemiei deficitare, în care este redusă activitatea sistemului imun prin

sinteza defectuoasă a IL-2, și a celulelor T-killer, rolul IL-2 fiind stimularea producerii eozinofilelor, trombocitelor, alterarea mielo- și eritropoiezei, cu favorizarea dezvoltării hematopoiezei extramedulare [24].

La copii formula leucocitară diferă față de formula leucocitară a adulților. Astfel, la naștere nou-născutul are aceeași formulă ca la adult constituind în medie 65% granulocite și 25% limfocite. După naștere procentul granulocitelor scade rapid, astfel undeva la a „patra zi de viață are loc prima încrucișare a leucocitelor” (ambele cifre se egalează). După prima încrucișare numărul de limfocite continua să crească, iar cel al granulocitelor să scadă, iar la sfârșitul primului an de viață limfocitele ajung la valoarea maximă de 65%, iar limfocitele valoarea minimă de 25% (Fig. 5). Limfocitele apoi încep să scadă, granulocitele să crească, astfel la vârsta de patru ani se va produce cea de a „doua încrucișare a leucocitelor, de la a 4 zi de viață până la 4 ani având loc „limfocitoza fiziologică”. După aproximativ 3-5 ani de viață granulocitele cresc treptat ajungând la valorile adultului (granulocite - 65%, limfocite - 25%).

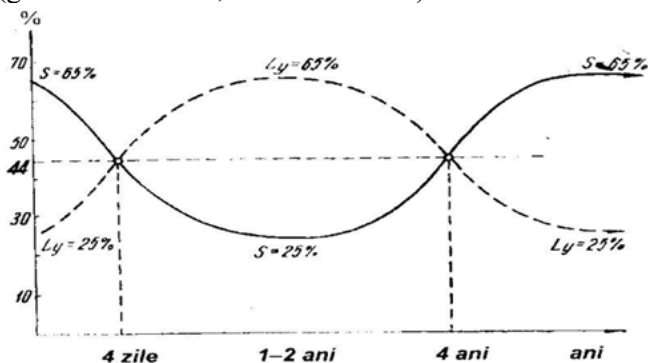


Fig. 5. Raportul procentual între granulocite și limfocite în funcție de vârstă (S- granulocite segmentate; Ly – limfocite)

În cadrul studiului nostru am observat aceleași caracteristici ale formulei leucocitare descrise mai sus. Astfel, la fetele din grupul 0-1 ani s-a înregistrat un procent de neutrofile de $38,12 \pm 15,31\%$, iar la băieți $33,32 \pm 11,04$, în timp ce la lotul de copii de 2-7 ani, la fete s-a înregistrat un procent mediu de $45,21 \pm 20,35$, iar la băieți $50,03 \pm 18,12\%$, pe când la lotul

de copii de 8-14 ani, la fete procentul mediu de neutrofile a fost de $54,06 \pm 12,11\%$, iar la băieți $54,41 \pm 13,75\%$.

Neutrofilele sunt celule cu o durată de viață relativ scurtă în comparație cu alte leucocite. Neutrofilele, care sunt rare sau absente în spațiile aeriene ale plămânilor neinfecțati, sunt leucocitele recrutate cel mai devreme și cel mai abundent ca răspuns la stimulii infecțioși, reprezentând o caracteristică de marcă a imunității înnăscute recrutate în plămâni. Neutrofilele au roluri numeroase și diverse în timpul pneumoniei, *ca ucigași de microbi* și, de asemenea, ca modificatori importanți ai mediului imunitar [31].

Acumularea de neutrofile, un semn patologic al bolilor bacteriene, este esențială pentru apărarea gazdei, dar poate provoca, de asemenea, leziuni pulmonare acute/sindrom de detresă respiratorie acută. Receptorii de tip Toll, receptorii de tipul domeniului de oligomerizare de legare a nucleotidelor, factorii de transcripție, citokinele și chemokinele joacă roluri esențiale în sechestrarea neutrofilelor în plămâni. Această revizuire evidențiază înțelegerea actuală a rolului acestor molecule în plămâni în timpul infecției bacteriene și potențialul lor terapeutic. Neutrofilele sunt primele celule fagocitare recrutate într-un loc de infecție bacteriană, dar au o durată de viață foarte scurtă (<6 ore) după eliberarea din măduva osoasă [32].

Un alt parametru luat în studiu este VSH-ul care prezintă valori crescute pentru toate categoriile de vârstă analizate, cunoscut fiind faptul că în pneumoniile virale și cele bacteriene se înregistrează valori crescute ale VSH, dar și un număr ridicat de leucocite [33]. Astfel, la lotul de copii cu vârsta între 2-7 ani se înregistrează la ambele sexe cele mai mari valori ale VSH (Fig. 6). Fetele din grupa 0-1 ani au valori medii de $17 \pm 10,92 \text{ mm/h}$, la grupa 2-7 ani - $19,81 \pm 13,91 \text{ mm/h}$, iar la 8-14 ani - $17,45 \pm 10,45 \text{ mm/h}$. Băieții din grupa 0-1 ani au valori medii de $16,78 \pm 13,18 \text{ mm/h}$, la 2-7 ani - $19,54 \pm 12,22 \text{ mm/h}$, iar la 8-14 ani - $12,92 \pm 8,66 \text{ mm/h}$.

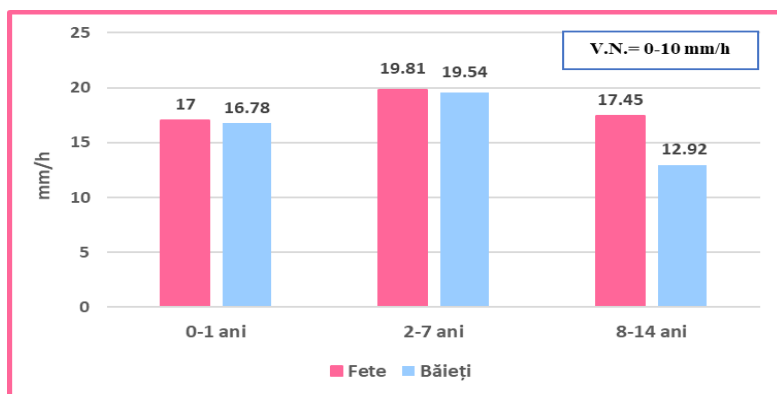


Fig. 6. Valorile medii ale VSH la copiii luați în studiu

Alte studii, indică de asemenea valori crescute ale VSH [24], creșteri considerabile ale acestui indicator (40-60 mm/h) putând apărea în complicații exudative pleurale în pneumoniile la copii, fiind un parametru de diagnostic important (Tabelul 2) [34].

În ceea ce privește indicatorii biochimici analizați, în tabelul 2 sunt sistematizate valorile medii înregistrate la copiii diagnosticați cu bronhopneumonie.

Tabelul 2. Valorile medii ale parametrilor biochimici la copiii luați în studiu

Alaninaminotransferaza (ALAT)	U/l	< 56 (0-1 ani)	< 29 (2-7 ani)	< 37 (8-14 ani)	F	23,67	14,61	14,7
					B	19,66	13,41	13,05
Aspartataminotransferaza (ASAT)	U/l	< 58 (0-1 ani)	< 48 (2-7 ani)	< 44 (8-14 ani)	F	43,94	29,96	31,85
					B	32,75	30,1	22,1
FER	mmol/l	9.0-21.5			F	9,20	9,3	11,04
					B	11,74	8,45	9,49
Proteina C-reactivă (PCR)	mg/l	< 5,0			F	13,59	30,69	12,42
					B	5,06	16,69	12,91

ALT (ALAT), alaninaminotransferaza sau transaminaza glutampiruvica (TGP) înregistrează medii la grupul de studiu cu vârsta 0-1 ani de $23,67 \pm 32,03$ U/L la fete și $19,66 \pm 10,17$ U/L la băieți, la grupul de

vârstă 2-7 ani la fete $14,61 \pm 5,49 \text{ U/L}$, la băieți $13,41 \pm 3,18 \text{ U/L}$, iar la lotul de copii în vârstă de 8-14 ani $14,7 \pm 3,35 \text{ U/L}$ la fete și $13,05 \pm 2,21 \text{ U/L}$ la băieți.

Aspartataminotransferaza (GOT/ASAT/AST) - TGO prezintă valori după cum urmează: copii 0-1 ani: fete - $43,94 \pm 35,6 \text{ U/L}$, băieți - $32,72 \pm 6,93 \text{ U/L}$; grupul de copii 2-7 ani: fete - $29,96 \pm 9,18 \text{ U/L}$, băieți - $30,1 \pm 9,67 \text{ U/L}$; grupul de copii 8-14 ani: fete - $31,85 \pm 11,23 \text{ U/L}$, băieți - $22,1 \pm 7,49 \text{ U/L}$. Alte studii [35] arată valori crescute în bronhopneumonie ale ALAT, ASAT, PCR, VSH și o leucocitoză ușoară.

Valorile medii ale fierului pentru fetele din grupa de vârstă 0-1 ani este de $9,20 \pm 4,27 \text{ mmol/L}$, la băieți $11,74 \pm 4,65 \text{ mmol/L}$, la grupa 2-7 ani la fete $9,3 \pm 4,71$, la băieți $8,45 \pm 4,03 \text{ mmol/L}$, iar la 8-14 ani, la fete $11,74 \pm 11,04$ și $9,49 \pm 3,35 \text{ mmol/L}$ la băieți, cunoscut fiind faptul că fără fier, celulele sunt lipsite de oxigen și dezvoltă hipoxie tisulară cu diferite consecințe grave în dezvoltarea copilului.

În cazul unei carențe de fier, în organismul copilului nu se realizează în măsură deplină funcția bactericidă (fagocitoză, sinteza properdinei, sinteza complimentului, sinteza interferonului, sinteza IgA fiind reduse). În plus, odată cu dezvoltarea și progresia deficitului de fer suferă și funcția de sinteză a glucocorticoizilor și androgenilor de către suprarenale. La acești copii este demonstrat că infecțiile respiratorii virale acute sunt de trei ori mai frecvente și de două ori mai frecvent se întâlnește diateza alergică, hepatita virală, precum și enteropatiile la copiii sugari cu pneumonie [16].

În ce privește valorile medii ale proteinei C reactive pentru copiii luați în studiu (Fig. 7) observăm rezultate diferite între grupele de studiu, toate grupele înregistrând valori crescute. Fetele din grupul 0-1 ani au valori medii de $13,59 \pm 16,49 \text{ mg/L}$, la 2-7 ani $30,69 \pm 55,42 \text{ mg/L}$, iar la 8-14 ani $12,42 \pm 11,41 \text{ mg/L}$. Băieții au valorile mai joase decât fetele, la grupul 0-1 ani prezentând un prag mediu de $5,06 \pm 6,45 \text{ mg/L}$, la 2-7 ani $16,69 \pm 31,66 \text{ mg/L}$, iar la 8-14 ani $12,91 \pm 14,69 \text{ mg/L}$.

În plus, datele din literatură arată că proteina C reactivă - cel mai important marker inflamator, este un parametru de bază rapid, în primele zile de la debutul pneumoniei [36].

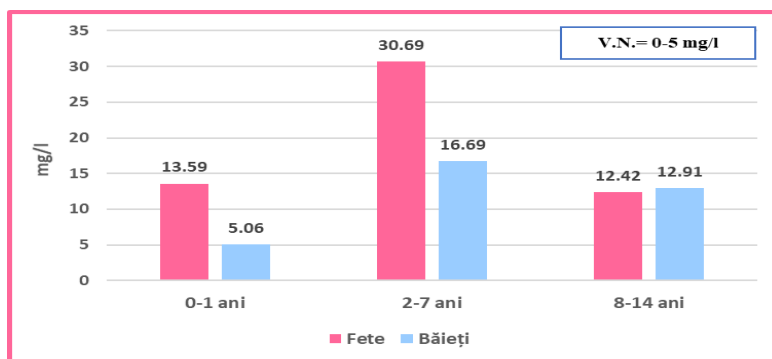


Fig. 7. Valorile medii ale proteinei C reactive la copiii luați în studiu

Alte studii efectuate în clinica de pediatrie a Spitalului Shahid Madani din august până în decembrie 2018 prezintă valori ridicate ale testelor de laborator pentru PCR și VSH, autorii subliniind faptul că nivelul de CRP este util în timpul administrării tratamentului [37, 38].

Concluzii

Rezultatele obținute ne-au permis formularea următoarelor concluzii generale:

1. Proteina C reactivă, VSH-ul, numărul de leucocite s-au dovedit a fi markeri rapizi și progresivi în bronhopneumonie, numărul crescut de leucocite indicând o infecție în curs de desfășurare, în timp ce neutrofile numeroase semnaleză existența unui proces inflamator. Limfocitoza indică o pneumonie virală, iar valorile crescute ale PCR și VSH denotă instalarea unui proces inflamator, repetarea analizelor după începerea tratamentului permițând evaluarea eficacității și necesității de ajustări în tratament.

2. Studiul nostru a demonstrat că utilizarea judicioasă a investigațiilor de laborator, inclusiv analiza generală a sângelui, VSH și PCR etc. poate juca un rol crucial în îmbunătățirea diagnosticului, ghidarea tratamentului și optimizarea rezultatelor clinice la copiii cu bronhopneumonie. Investigațiile de laborator au contribuit la o confirmare mai precisă a diagnosticului de bronhopneumonie, fiind esențiale pentru

un diagnostic precis și un management eficient al bronhopneumoniei. Rezultatele testelor de laborator au ghidat alegerea antibioticului adecvat, doza și durata optimă a tratamentului, contribuind la o terapie mai eficientă și mai specifică, cunoscut fiind faptul că hemoleucograma completă evidențiază leucocitoza, în timp ce alte teste pot măsura nivelul de anticorpi specifici sau evalua funcția hepatică și renală. Analiza rezultatelor trebuie realizată în contextul clinic complet al pacientului.

3. Pe baza rezultatelor studiului nostru, recomandăm implementarea de rutină a investigațiilor de laborator, inclusiv analiza generală a sângelui, VSH și PCR, în evaluarea copiilor cu suspiciune de bronhopneumonie (pentru a exclude anemia), fiind încă necesare studii suplimentare pentru a evalua impactul investigațiilor de laborator la diferite subgrupe de pacienți cu bronhopneumonie.

4. Concluzia generală a studiului este că implementarea unei strategii diagnostice și terapeutice bazate pe investigații de laborator poate îmbunătăți semnificativ managementul bronhopneumoniei la copii, ducând la o reducere a morbidității, mortalității și costurilor medicale.

Referințe bibliografice

- [1] T.A.I.N.A. Juvén, J. Mertsola, M. Waris, M. Leinonen, O. Meurman, M. Roivainen, O. Ruuskanen, *Etiology of community-acquired pneumonia in 254 hospitalized children*, **The Pediatric Infectious Disease Journal**, **19**(4), 2000, pp. 293-298.
- [2] V.M. Vaughn, R.P. Dickson, J.K. Horowitz, S.A. Flanders, *Community-acquired pneumonia: a review*, **JAMA**, **332**(15), 2024, pp. 1282-1295, DOI:10.1001/jama.2024.14796.
- [3] P.M. Laufer, *Practice Gap*, **Pediatrics in Review**, **34**(10), 2013, pp. 438-456.
- [4] C. Wilkes, M. Bava, H.R. Graham, T. Duke, ARI Review Group, *What are the risk factors for death among children with pneumonia in low-and middle-income countries? A systematic review*, **Journal of Global Health**, **13**, 2023, Article Number 05003, DOI: 10.7189/jogh.13.05003.
- [5] O. Ruuskanen, E. Lahti, L.C. Jennings, D.R. Murdoch, *Viral pneumonia*, **The Lancet**, **377**(9773), 2011, pp. 1264-1275.
- [6] H.J. Zar, T.W. Ferkol, *The global burden of respiratory diseases - impact on child health*, **Pediatric Pulmonology**, **49**(5), 2014, pp. 430-434.

- [7] I. Rudan, C. Boschi-Pinto, Z. Biloglav, K. Mulholland, H. Campbell, *Epidemiology and etiology of childhood pneumonia*, **Bulletin of the World Health Organization**, **86**, 2008, pp. 408-416B.
- [8] A. Ahn, K.M. Edwards, C.G. Grijalva, W.H. Self, Y. Zhu, J.D. Chappell, D.J. Williams, *Secondhand smoke exposure and illness severity among children hospitalized with pneumonia*, **The Journal of Pediatrics**, **167**(4), 2015, pp. 869-874.
- [9] C.S. Mani, *Acute pneumonia and its complications*, **Principles and Practice of Pediatric Infectious Diseases**, 2018, pp. 238-249, DOI: 10.1016/B978-0-323-40181-4.00034-7.
- [10] C.C. Chou, C.F. Shen, S.J. Chen, H.M. Chen, Y.C. Wang, W.S. Chang, Y.T. Chang, W.Y. Chen, C.Y. Huang, C.C. Kuo, M.C. Li, *Recommendations and guidelines for the treatment of pneumonia in Taiwan*, **Journal of Microbiology, Immunology and Infection**, **52**(1), 2019, pp. 172-199.
- [11] Y. Liu, Q. Chen, *Clinical study on Xiyanping injection combined with ceftriaxone sodium in treatment of children with bronchopneumonia*, **Drugs & Clinic**, **32**(4), 2017, pp. 686.
- [12] X. Duan, H. Wang, J. Wu, Y. Guo, K. Wang, X. Liu, X. Zhang, *Comparative efficacy of Chinese herbal injections for treating pediatric bronchopneumonia: a Bayesian network meta-analysis of randomized controlled trials*, **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, 2020, Article Number 6127197, DOI: 10.1155/2020/6127197.
- [13] H.M. Li, L.L. Wan, C.X. Jin, G.Y. Zhang, H. Yang, X.Y. Zhang, *Risk factors of peripheral venous catheter-related complication and infection in children with bronchopneumonia*, **BMC Infectious Diseases**, **23**(1), 2023, pp. 603, DOI: 10.1186/s12879-023-08540-1.
- [14] Y. Ling, D. Yang, S. Yang, *Clinical characteristics, early blood biochemical indicators, and prognostic status of children with bronchopneumonia*, **Medicine**, **102**(47), 2023, Article Number e36162, DOI: 10.1097/MD.00000000000036162.
- [15] I. Corcimaru, **Hematologie**, Chişinău: Centrul Editorial-Poligrafic Medicină, 2007.
- [16] V. Anghel-Jarcuţchi, S. Şciuca, A. Vintu, A. Gorea, *Evaluarea anemiei ferodeficitare la copiii primului an de viaţă cu pneumonie*, **Analele Ştiinţifice ale USMF „N. Testemiţanu”**, **10**(5), 2009, pp. 254-256.

- [17] K. Ramakrishnan, P.S. Harish, *Hemoglobin level as a risk factor for lower respiratory tract infections*, **The Indian Journal of Pediatrics**, **73**, 2006, pp. 881-883.
- [18] A. Guragata, S. Cemurtan, P. Martalog, L. Rusu, T. Maimescu, *Ritmul cardiac în diverse afecțiuni la sugarii mici*, **Analele Științifice ale USMF „N. Testemițanu”**, **11**(5), 2010, pp. 269-272.
- [19] T. Malla, O.K. Pathak, K.K. Malla, *Is low hemoglobin level a risk factor for acute lower respiratory tract infections?*, **Journal of Nepal Paediatric Society**, **30**(1), 2010, pp. 1-7, DOI: [10.3126/jnps.v30i1.2453](https://doi.org/10.3126/jnps.v30i1.2453).
- [20] J. Yang, R.Y. Gou, X. Ding, L.L. Shao, G.X. Ma, Q. Ni, *Rare causes of anemia in children: Two cases of idiopathic pulmonary hemosiderosis*, **Respiratory Medicine Case Reports**, **36**, 2022, Article Number 101610, DOI: [10.1016/j.rmcr.2022.101610](https://doi.org/10.1016/j.rmcr.2022.101610).
- [21] B.I. Chesaru, C.A. Dinu, M. Dobre, M.E. Georgescu, *Anemia prin carență de fier la copiii din județul Galați*, **Jurnal Medical Brașovean**, **1**, 2016, pp. 63-67.
- [22] T. Aoki, *A comprehensive review of our current understanding of red blood cell (RBC) glycoproteins*, **Membranes**, **7**(4), 2017, Article Number 56, DOI: [10.3390/membranes7040056](https://doi.org/10.3390/membranes7040056).
- [23] I.F. Chang, W.L. Shih, Y.C. Liu, T.W. Ho, T.Y. Yen, H.H. Chang, F. Lai, *The association of anemia with the clinical outcomes of community-acquired pneumonia in children*, **Pediatric Pulmonology**, **57**(6), 2022, pp. 1416-1424.
- [24] L. Neamțu, S. Șciuca, *Importanța patogenică a interleukinei-2 în evoluția infecției*, **Curierul Medical**, **58**(1), 2015, pp. 16-18.
- [25] H. Mondal, S. Lotfollahzadeh, *Specimen Requirements and Procedure*, 2019.
- [26] Z. Riaty, D.E. Nursyam, *Analysis of hemoglobin levels and hematocrite value in stunting children in bukit sileh, solok regency*, **1st International Conference on Health Sciences and Biotechnology (ICHB 2021)**, 2022, pp. 156-159, DOI: [10.2991/ahsr.k.220303.032](https://doi.org/10.2991/ahsr.k.220303.032).
- [27] E.J. Komang, G.B.A. Agung, A.J. Komang, *Correlation Red Blood Indices to Hemoglobin Levels In Adolescent At SMK-TI High School, Badung, Bali*, **Al Makki Health Informatics Journal**, **3**(1), 2025, DOI: [10.57185/hij.v3i1.43](https://doi.org/10.57185/hij.v3i1.43).
- [28] J.G. Gardner, D.R. Bhamidipati, A.M. Rueda, E. Graviss, D. Nguyen, D.M. Musher, *The white blood cell count and prognosis in*

- pneumococcal pneumonia*, **Open Forum Infectious Diseases**, 3(1), 2016, Article Number 1245, DOI: 10.1093/ofid/ofw172.948.
- [29] O. Ruuskanen, E. Lahti, L.C. Jennings, D.R. Murdoch, *Viral pneumonia*, **The Lancet**, 377(9773), 2011, pp. 1264-1275.
- [30] A.S. Berg, C.S. Inchley, H.O. Fjaerli, T.M. Leegaard, M. Lindbaek, B. Nakstad, *Clinical features and inflammatory markers in pediatric pneumonia: a prospective study*, **European Journal of Pediatrics**, 176, 2017, pp. 629-638.
- [31] L.J. Quinton, A.J. Walkey, J.P. Mizgerd, *Integrative physiology of pneumonia*, **Physiological Reviews**, 98(3), 2018, pp. 1417-1464.
- [32] G. Balamayooran, S. Batra, M.B. Fessler, K.I. Happel, S. Jeyaseelan, *Mechanisms of neutrophil accumulation in the lungs against bacteria*, **American Journal of Respiratory Cell and Molecular Biology**, 43(1), 2010, pp. 5-16.
- [33] R. Virkki, T. Juven, H. Rikalainen, E. Svedström, J. Mertsola, O. Ruuskanen, *Differentiation of bacterial and viral pneumonia in children*, **Thorax**, 57(5), 2002, pp. 438-441.
- [34] E. Gudumac, A. Dănilă, E. Mîndru, M. Ciochină, V. Prutean, S. Şciuca, *Complicații pulmonare și pleurale în pneumonii la copii–riscuri și soluții*, **Actualități în pneumologia copilului**, 2023, pp. 14-20.
- [35] C.O. Mărginean, C. O. Mărginean, V. Sășăran, N. Suci, L.E. Meliș, *Pneumonia, o provocare continuă pentru pediatru–Prezentare de caz*, **Romanian Journal of Infectious Diseases/Revista Romana de de Boli Infectioase**, 19(4), 2016, pp. 257-261, DOI: 10.37897/RJID.2016.4.9
- [36] A.L. Horga, *Profilul clinico-biologic în pneumonia comunitară la copil. Studiu clinic [Clinical and biological profile in community-acquired pneumonia in children. Clinical study]*, **Jurnal Medical Brasovean**, 1, 2021, pp. 53-58, DOI: 10.31926/jmb.2021.1.10.
- [37] P. Toikka, K. Irjala, T. Juven, R. Virkki, J. Mertsola, M. Leinonen, O. Ruuskanen, *Serum procalcitonin, C-reactive protein and interleukin-6 for distinguishing bacterial and viral pneumonia in children*, **The Pediatric Infectious Disease Journal**, 19(7), 2000, pp. 598-602.
- [38] H. Sherkatolabbasieh, M. Firouzi, S. Shafizadeh, *Evaluation of platelet count, erythrocyte sedimentation rate and C-reactive protein levels in paediatric patients with inflammatory and infectious disease*, **New Microbes and New Infections**, 37, 2020, Article Number 100725, DOI: 10.1016/j.nmni.2020.100725.

EVALUAREA FITOTOXICITĂȚII UNOR PESTICIDE ȘI STIMULATORI DE CREȘTERE LA LENS *CULINARIS*

Iuliana-Elena 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

Abstract: *Agricultura reprezintă una dintre cele mai vechi activități economice ale omenirii, marcând tranziția de la o existență bazată pe vânătoare și cules, la stabilirea în așezări permanente și formarea comunităților în zonele fertile [1]. Importanța acestei ramuri a activității umane s-a diminuat treptat, pe măsură ce omenirea a înclinat balanța în favoarea producției industriale și dezvoltarea sectorului serviciilor. Cu toate acestea, utilizarea terenurilor agricole a rămas un factor central al interacțiunii umane cu ecosistemele naturale, fiind esențială pentru obținerea de beneficii economice și susținerea populației. Este cunoscut faptul că fertilizarea reprezintă una dintre verigile tehnologice cu cel mai mare impact asupra producției, fertilizatorii stimulând creșterea și dezvoltarea plantelor pe tot parcursul perioadei de vegetație, însă, pe de altă parte, utilizarea neadecvată a acestor compuși chimici a condus la diverse probleme precum insecuritatea alimentară, degradarea solului și emisiile de gaze cu efect de seră în țările în curs de dezvoltare [2], având urmări negative pe termen lung prin perturbarea ecosistemelor naturale și apariția de dăunători rezistenți la acțiunea pesticidelor și acumularea de reziduuri toxice în sol și în apă de unde pot ajunge în organismul animalelor, dar și al omului, bunăstarea socială și echilibrul ecologic fiind serios amenințate de utilizarea masivă a îngrășămintelor chimice în ultimii ani. Scopul acestui studiu a fost acela de a evalua răspunsul plantelor de linte la administrarea de pesticide și stimulatori de creștere prin prisma activității enzimelor stresului oxidativ.*

Cuvinte cheie: *Linte; Radicali liberi de oxigen; Enzime stres oxidativ; Pesticide; Stimulatori de creștere.*

Introducere

Solul reprezintă o resursă naturală de bază pentru umanitate, ușor de distrus, dar nu ușor de reînnoit la scara de timp a vieții umane și, prin urmare, ar trebui protejat pentru a-și păstra funcțiile fundamentale, atât biotice, cât și abiotice [3, 4]. El se găsește într-o permanentă evoluție, esențială pentru mediu, economie și societate, găzduind sute de mii de specii care interacționează și colaborează. Literatura de specialitate subliniază faptul că utilizarea rațională a terenurilor și managementul adecvat al solului sunt elemente importante ale utilizării durabile a agro-ecosistemelor și au o importanță deosebită în economia mondială, protecția mediului și chiar dezvoltarea rurală [5, 6].

Este bine cunoscut faptul că, pe de o parte, factorul de bază care influențează în mod direct creșterea și dezvoltarea plantelor este mediul înconjurător, iar pe de altă parte că agricultura modernă presupune utilizarea excesivă a diferitelor substanțe organice și anorganice, în scopul obținerii unor producții agricole sporite și combaterii diferitelor boli și dăunători, ceea ce conduce la o poluare accentuată a mediului înconjurător, persistența, pe termen lung, a acestor agenți chimici în sol, fiind o problemă majoră pentru sănătatea plantelor, implicit a oamenilor și animalelor [7, 8].

Pe de altă parte, pesticidele nu sunt utilizate doar în agricultură pentru a proteja plantele de dăunători, buruieni sau boli, ci și pentru a proteja oamenii de diferite boli transmise de vectori, cum ar fi malaria, febra Dengue, schistosomiaza etc. [9-11], pentru îmbunătățirea și întreținerea produselor neagricole precum zonele verzi urbane și terenurile de sport, sau chiar pentru prepararea unor produse precum șampoanele pentru animale, diferite materiale utilizate în construcții sau tratamentul lemnului folosit în confecționarea bărcilor [12].

Literatura de specialitate subliniază faptul că plantele se confruntă zi de zi cu diferiți factori care le afectează în mod direct creșterea, productivitatea și dezvoltarea, iar cu toate schimbările climatice nefavorabile și o populație globală în creștere, există o mare nevoie de culturi mai productive și tolerante la stres. Întrucât metodele tradiționale de îmbunătățire a culturilor și-au atins, probabil, limitele, se așteaptă să fie posibilă o creștere suplimentară a productivității culturilor prin intermediul

ingineriei genetice, pe de o parte [13], și prin aplicarea pesticidelor, pe de altă parte [14, 15]. În același timp, însă, în ultimii ani, a crescut grija pentru atenuarea dezastrelor produse de schimbările climatice și pentru asigurarea securității alimentare prin alocarea unor bugete semnificativ ridicate în scopul obținerii unui sistem agricol sustenabil în UE, în paralel cu sustenabilitatea economică și sustenabilitatea din punctul de vedere al mediului [1]. Astfel, agricultura durabilă își propune să satisfacă nevoile alimentare ale populației mondiale în creștere, asigurând în același timp un impact minim asupra mediului și asupra oamenilor, precum și asupra productivității.

În acest context, se ridică întrebarea dacă pesticidele reprezintă un promotor sau o piedică pentru agricultura durabilă, cunoscut fiind faptul că plantele sunt supuse unui stres biotic sau abiotic, instalarea stresului oxidativ conducând la generarea unei concentrații ridicate de specii reactive de oxigen (ROS), iar pe de altă parte că organismele vegetale au reușit să dezvolte un sistem de apărare antioxidantă intracelulară ce duce la combaterea diferitelor forme de stres [16].

Luând în considerare aceste aspecte, scopul lucrării a vizat evaluarea activității enzimelor stresului oxidativ din țesutul foliar al plantelor de linte expuse tratamentului cu pesticide și stimulatori de creștere.

Material și metode de cercetare

Materialul biologic utilizat a fost reprezentat de țesut foliar recoltat de la specia *Lens culinaris*, semințele fiind semănate în pământ destinat culturii de legume, iar plantele crescute ulterior în prezența unor pesticide și stimulatori de creștere. Astfel, s-au utilizat: Captadin – un fungicid polivalent de contact cu acțiune preventivă și curativă asupra unui spectru larg de ciuperci fitopatogene și care acționează prin blocarea proceselor de respirație și diviziune celulară ale agenților patogeni, Pictor® Active - un fungicid sistemic specific pentru soia, rapiță și floarea-soarelui, deosebit de eficient împotriva putregaiului alb și care oferă plantelor efecte fiziologice care contribuie la obținerea unei culturi productive, Trika Expert (ce conține lambda-cihalotrin ca și substanță activă - un piretroid

de sinteză cu rol în combaterea unui număr mare de dăunători, dar care este totodată și îngrășământ datorită conținutului ridicat de fosfor și azot) și Atonik – un biostimulator de creștere și fructificare pe bază de fenoli, foarte utilizat pe plan mondial, cu rol în proliferarea și creșterea lăstarilor, fotosinteză, fertilitatea florilor și formarea fructelor, chiar și în condiții de stres biotic și abiotic.

Impactul aplicării pesticidelor asupra organismelor vegetale a fost evaluat pe baza determinării activității enzimelor stresului oxidativ și a conținutului de malon-dialdehidă. Astfel, am determinat activitatea superoxid-dismutazei (SOD) prin metoda cu Nitro Blue Tetrazoliu, a catalazei (CAT) prin metoda Sinha, a peroxidazei (POX) prin metoda cu o-dianisidină, pentru ca nivelul de malon-dialdehidă (MDA) să fie evaluat prin metoda cu acid tiobarbituric. Pentru calcularea activității specifice, adică acel tip de activitate care redă cât mai fidel capacitatea catalitică reală a enzimelor, s-a determinat și concentrația de proteine totale solubile prin metoda Bradford [17, 18].

Rezultate și discuții

Lintea este o plantă cu origini foarte vechi, care este răspândită la toate popoarele din Europa [19], fiind integrată în diferite bucătării de la nivel global, mai ales în regiunile mediteraneene și indiene, lucru care este datorat faptului că semințele acesteia necesită un timp mai scurt de gătire, ceea ce are drept efect pierderea unor cantități mai mici de nutrienți [20]. De asemenea, lintea este utilizată pentru prepararea diverselor alimente proteice, conserve, bomboane, salamuri, ciocolată și a multor feluri de mâncare [21], fiind o specie cu cerințe moderate față de condițiile climatice, dar care prezintă o deosebită sensibilitate la stresul termic, temperatura ridicată și umiditatea excesivă ducând la o scădere severă a rentabilității [22]. În același timp, se pare că lintea este o specie căreia salinitatea nu îi este tocmai favorabilă, ea nereușind să de-a randament în astfel de soluri, dar aplicarea de îngrășămintă de tip NPK sau vemicompost integrat cu doze reduse de îngrășămintă azotate, conduce la creșterea mai rapidă a taliei plantelor, a randamentului producției și a numărului de păstăi [23, 24].

Literatura științifică [25, 26] subliniază că lintea este o specie care are un puternic impact antioxidant, având capacitatea de a nu acumula la nivelul boabelor elemente toxice, nitrați, radionucleotide sau alte substanțe antimetabolice atributele nutriționale și fiziologice ale boabelor de linte putând fi modificate în timpul procesului de germinare, lucru care are loc prin activarea unor enzime endogene și prin descompunerea moleculelor mari, și anume amidonul și proteinele, care are drept consecință creșterea biodisponibilității lor. De altfel, conform datelor Departamentului pentru Agricultură din SUA (USDA 2022) privind nutrienții, lintea conține 24,6% proteine, 63,4% carbohidrați, 2,7% conținut de cenușă și 1,1% grăsimi totale, prin cantitatea mare de fibre alimentare, amidon și potasiu digerabile lent și sodiu scăzut, lintea aliniindu-se cu alegerile consumatorilor pentru alimente sănătoase [26, 27].

Un prim obiectiv al studiului nostru l-a constituit determinarea activității SOD, o metalo-enzimă prezentă în toate organismele aerobe unde joacă un rol major în apărarea împotriva speciilor de oxigen cu toxicitate redusă, care sunt generate ca produse secundare ale multor oxidări biologice. Generarea de radicali de oxigen poate fi exacerbată și mai mult în timpul adversității mediului, SOD fiind un indicator important pentru toleranța la stres a plantelor.

După cum se constată din Figura 1, activitatea SOD la plantele de linte tratate cu pesticide a fost influențată semnificativ prin comparație cu lotul de referință, valorile înregistrate atingând praguri de 12,163 USOD/mg proteină, respectiv 13,527 USOD/mg proteină la variantele tratate cu Captadin și Trika Expert, în timp ce, la lotul la care s-a administrat stimulatorul de creștere Atonik, activitatea enzimatică a etalat o valoare de 6,943 USOD/mg proteină, doar cu puțin mai mare decât în cazul eșantionului de referință (5,925 USOD/mg proteină).

În explicarea rezultatelor ar trebui să ținem cont de faptul că activitatea enzimei poate fi puternic influențată și de alți factori stresori prezenți în mediul de creștere precum metalele grele, salinitatea și seceta, xenobioticele, temperatura scăzută și/sau ridicată, intensitatea ridicată a luminii, ozonul și contaminanții atmosferici, vântul puternic și stresul mecanic [28].

Rezultatele noastre concordă cu cele din literatura de specialitate, care au demonstrat că aplicarea cadmiului, care este un metal greu extrem de toxic ce are capacitatea de a perturba procesele fiziologice din plante induce stresul oxidativ la *Phaseolus vulgaris*, activitățile superoxid-dismutazei, catalazei, peroxidazei și a glutathion peroxidazei crescând remarcabil, lucru care scoate în evidență faptul că aceste enzime pot acționa simultan împotriva eliminării speciilor reactive de oxigen [29].

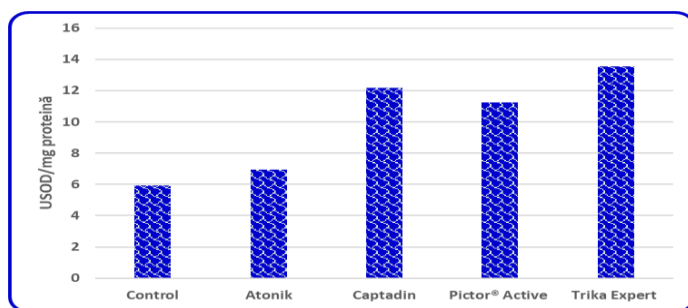


Fig. 1. Activitatea superoxid-dismutazei la *Lens culinaris*

Într-o altă etapă a studiului nostru, am recurs la determinarea activității CAT, enzimă implicată în protejarea organelor și țesuturilor împotriva deteriorării provocate de peroxidul de hidrogen, și în acest caz, valorile obținute fiind net superioare în loturile tratate cu pesticide prin comparație cu lotul control. Astfel, dacă la varianta de referință, activitatea catalazică a fost de 45,62 IUCAT/mg proteină, la varintele experimentale cu Trika Expert și Pictor Active s-au înregistrat valori de 84,82 și 90,93 IUCAT/mg proteină, pentru ca valoarea maximă să fie decelată la lotul tratat cu Captadin (Fig. 2).

Conform literaturii de specialitate se pot observa efectele negative pe care aplicarea pesticidelor le poate avea asupra organismelor vegetale, lucru care are drept efect inducerea stresului oxidativ și implicit acumularea de specii reactive de oxigen, rezultând o creștere remarcabilă a apărării antioxidante a plantelor [30].

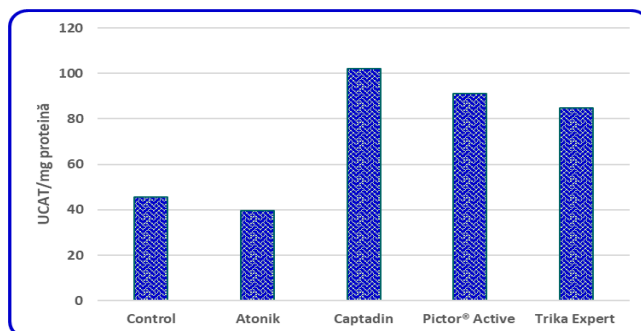


Fig. 2. Activitatea catalazei la *Lens culinaris*

Este cunoscut faptul că peroxidaza este o oxido-reductază implicată în conversia apei oxigenate, dar și în procesele de lignificare, de suberizare, în catabolismul auxinelor etc., putând fi asociată cu un număr mare de procese metabolice esențiale cum ar fi alungirea celulelor, lignificarea acestora, oxidarea fenolică, apărarea împotriva stresului biogen reprezentat de diferiți patogeni și a stresului abiotic [16, 17, 31].

Rezultatele obținute de noi evidențiază o paletă largă de valori, cu minime în cazul eșantionului de referință (22,028UPOX/mg proteină) și, respectiv, a celui tratat cu Atonik (23,467UPOX/mg proteină), urmate de varianta cu Pictor® Active (28,928UPOX/mg proteină), pentru ca, la polul opus, cu valori maxime (41,097 și, respectiv, 50,264UPOX/mg proteină), să se afle loturile tratate cu Captadin și Trika Expert.

De altfel, literatura științifică relevă importanța deosebită a peroxidazelor în procesul de detoxifiere celulară, aceste enzime fiind cunoscute ca având și un mare potențial de bioremediere a apelor reziduale contaminate cu fenoli, crezoli și fenoli clorurați, dar și în degradarea coloranților textili și îndepărtarea peroxidului din materiale precum alimentele și deșeurile industriale. Peroxidaza oxidează, de asemenea, dimetoxibenzenul, dimerii de lignină, aminele, coloranții și alcoolii aromatici [32].

Rezultatele noastre concordă cu cele din literatura de specialitate, care semnalează că utilizarea excesivă a pesticidelor poate provoca o reducere a creșterii și dezvoltării, ceea ce duce la deficite în molecule biologice active ale plantelor [33], la o creștere a metabolismului

antioxidant, o biomasă redusă, conținut scăzut de clorofilă, acumulare crescută de specii reactive de oxigen și prolină, peroxidare lipidică crescută și activități modificate ale enzimelor antioxidante [34], producția de specii reactive de oxigen stimulând și producția de enzime antioxidante (Fig. 3) [35].

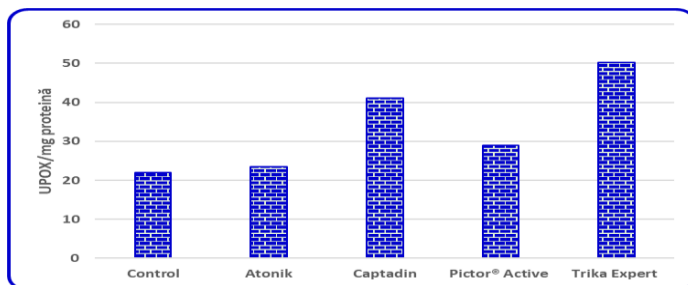


Fig. 3. Activitatea peroxidazei la *Lens culinaris*

Este bine cunoscut faptul că determinarea conținutului de malondialdehidă a fost folosită de mult timp ca indicator al peroxidării lipidice în cercetările privind stresul oxidativ și semnalizarea redox, mai ales în studiile care se concentrează pe răspunsurile plantelor la stresul biotic și abiotic.

Literatura de specialitate subliniază că peroxidarea lipidelor nu este declanșată doar de ROS, ci poate rezulta și din creșterea activității lipoxigenazei (de exemplu, ca răspuns la invazia unui agent patogen), atât procesele enzimatic, cât și cele neenzimatic de peroxidare a lipidelor putând conduce la formarea de MDA și alte produse de peroxidare a lipidelor în plante [36].

Rezultatele obținute de noi (Fig. 4) vin să confirme aceste aspecte, peroxidarea lipidelor fiind extrem de intensă la variantele experimentale la care s-a administrat Captadin (25,056nmoli MDA/mg proteină), Pictor® Active (22,623nmoli MDA/mg proteină) și Trika Expert (18,798nmoli MDA/mg proteină) prin comparație cu eșantionul control (8,143nmoli MDA/mg proteină) sau cel cu Atonik (8,994nmoli MDA/mg proteină).

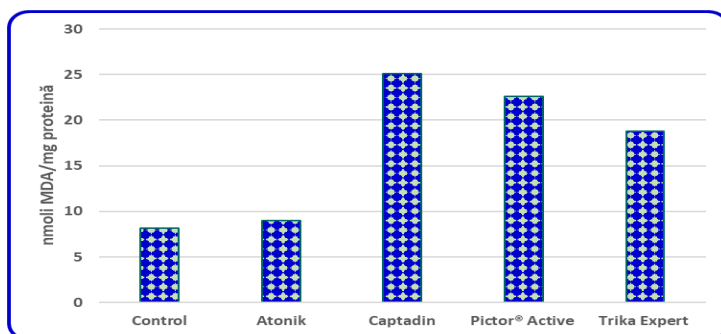


Fig. 4. Concentrația malon-dialdehidei la *Lens culinaris*

Concluzii

Deși pesticidele sunt o parte integrantă a vieții moderne, progresele tehnologice și apariția de noi pesticide permițând fermierilor să crească productivitatea cu forță fizică redusă, studiul nostru a arătat că tratamentul cu pesticide afectează plantele de linte prin acumularea de specii reactive de oxigen care are drept efect creșterea activității enzimelor antioxidante precum SOD, CAT și POX, dar și prin concentrațiile crescute de MDA, ca răspuns direct la rata ridicată de peroxidare a lipidelor.

Referințe bibliografice

- [1] V. Ursu, M.A. Tegledi, I. Ivanov, A. Gribincea, *Agricultural Land And Agriculture In The Sustainable Development Of The European Union, Conference Proceedings Competitiveness and Sustainable Development*, 2024, pp. 49-55, DOI: 10.52326/csd2024.08.
- [2] L. Chi, S. Han, M. Huan, Y. Li, J. Liu, *Land fragmentation, technology adoption and chemical fertilizer application: Evidence from China, International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(13), 2022, Article Number 8147, DOI: 10.3390/ijerph19138147.
- [3] C. Bini, *Soil: A precious natural resource, Conservation of Natural Resources*, 2009. pp. 1-48, Nova Science.

- [4] T.A. Bhattacharyya, D.K. Pal, *The soil: A natural resource*, **Soil Science: An Introduction**, Rattan, RK, Katyal, JC, Dwivedi, BS, Sarkar, AK, Tapas Bhattacharyya, JC, Tarafdar, SK, Eds, 2015, pp.1-19.
- [5] G. Várallyay, *Soils, as the most important natural resources in Hungary (potentialities and constraints)-A review-*, **Agrokémia és talajtan**, **64**(2), 2015, pp.321-338.
- [6] Q. Liu, X. Sun, W. Wu, Z. Liu, G. Fang, P. Yang, *Agroecosystem services: A review of concepts, indicators, assessment methods and future research perspectives*, **Ecological Indicators**, **142**, 2022, Article Number 109218, DOI: 10.1016/j.ecolind.2022.109218.
- [7] M. Giménez–Moolhuyzen, J. van der Blom, P. Lorenzo–Mínguez, T. Cabello, E. Crisol–Martínez, *Photosynthesis Inhibiting Effects of Pesticides on Sweet Pepper Leaves*, **Insects**, **11**(2), 2020, Article Number 69, DOI: 10.3390/insects11020069.
- [8] D. Sangiorgio, F. Spinelli, E. Vandelle, *The unseen effect of pesticides: The impact on phytobiota structure and functions*, **Frontiers in Agronomy**, **4**, 2022, Article Number 936032, DOI: 10.3389/fagro.2022.936032.
- [9] N.H. Urrio, P.G. Pinda, A.J. Ngonzi, L.L. Muyaga, B.J. Msugupakulya, M. Finda, G.S. Matanila, W. Mponzi, H.S. Ngowo, N.F. Kahamba, T.E. Nkya, *Effects of agricultural pesticides on the susceptibility and fitness of malaria vectors in rural south-eastern Tanzania*, **Parasites & Vectors**, **15**(1), 2022, pp. 213, DOI: 10.1186/s13071-022-05318-3.
- [10] S.J. Gan, Y.Q. Leong, M.F. bin Barhanuddin, S.T. Wong, S.F. Wong, J.W. Mak, R.B. Ahmad, *Dengue fever and insecticide resistance in Aedes mosquitoes in Southeast Asia: a review*, **Parasites & Vectors**, **14**(1), 2021, pp. 315, DOI: 10.1186/s13071-021-04785-4.
- [11] N.T. Boboescu, E.I. Seichea, L.M. Cînda, A.O. Şcheau, N. Ianovici, *Pesticides and their adverse effects on the environment and human health*, **Biostudent**, **3**(1), 2020, pp. 13-34.
- [12] P. Nicolopoulou-Stamati, S. Maipas, C. Kotampasi, P. Stamatis, L. Hens, *Chemical pesticides and human health: the urgent need for a*

- new concept in agriculture*, **Frontiers in Public Health**, **4**, 2016, Article Number 148, DOI: 10.3389/fpubh.2016.00148.
- [13] B. Nowicka, J. Ciura, R. Szymańska, J. Kruk, *Improving photosynthesis, plant productivity and abiotic stress tolerance—current trends and future perspectives*, **Journal of Plant Physiology**, **231**, 2018, pp. 415-33.
- [14] J. Popp, K. Pető, J. Nagy, *Pesticide productivity and food security. A review*, **Agronomy for Sustainable Development**, **33**, 2013, pp. 243-55.
- [15] B.A. Khan, M.A. Nadeem, H. Nawaz, M.M. Amin, G.H. Abbasi, M. Nadeem, M. Ali, M. Ameen, M.M. Javaid, R. Maqbool, M. Ikram, *Pesticides: impacts on agriculture productivity, environment, and management strategies*, **Emerging Contaminants and Plants: Interactions, Adaptations and Remediation Technologies**, 2023, pp. 109-134, Cham: Springer International Publishing.
- [16] I.E. Fodor, E. Todirașcu-Ciornea, G. Dumitru, *Stresul oxidativ indus de pesticide și răspunsul antioxidant al plantelor de soia*, **Euroinvent International Workshop 16th Edition 2024**, pp. 163-190.
- [17] E. Todirascu-Ciornea, G. Drochioiu, R. Stefanescu, E.V. Axinte, G. Dumitru, *Morphological and Biochemical Answer of the Wheat Seeds at Treatment with 2,4-Dinitrophenol and Potassium Iodate*, **Brazilian Archives of Biology and Technology**, **59**, 2016, Article Number e16150580, DOI: 10.1590/1678 4324-2016150580.
- [18] E. Todirascu-Ciornea, Heba A.S. El-Nashar, N.M. Mostafa, O.A. Eldahshan, R.S. Boiangiu, G. Dumitru, L. Hritcu, Abdel Nasser B. Singab, *Schinus terebinthifolius Essential Oil Attenuates ScopolamineInduced Memory Deficits via Cholinergic Modulation and Antioxidant Properties in a Zebrafish Model*, **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, **2019**(1), 2019, Article number 5256781, DOI: 10.1155/2019/5256781.
- [19] J.S. Sandhu, S. Singh, *History and Origin*, **Lentil**, 2007, pp. 1-9, doi: DOI: 10.1007/978-1-4020-6313-8_1.
- [20] M.A. Faris, H.R. Takruri, A.Y. Issa, *Role of lentils (Lens culinaris L.) in human health and nutrition: a review*, **Journal of Nutrition and**

- Metabolism**, 6(1), 2012, pp. 3-16, DOI: 10.3233/s12349-012-0109-8.
- [21] V. Celac, *Leguminoasele pentru boabe create - sursă esențială de proteină. Revista de Știință, Inovare, Cultură, Artă „Akademos”*, 1(40), 2016, pp. 67-71.
- [22] V. K. Venugopalan, R. Nath, K. Sengupta, A. Nalia, S. Banerjee, M.A.S. Chandran, U. Ibrahimova, E.S. Dessoky, A.O. Attia, M.M. Hassan, A. Hossain, *The Response of Lentil (Lens culinaris Medik.) to Soil Moisture and Heat Stress Under Different Dates of Sowing and Foliar Application of Micronutrients*, **Frontiers in Plant Science**, 12, 2021, Article Number 679469, DOI: 10.3389/fpls.2021.679469.
- [23] S.R. Hosseinzadeh, R. Ahmadpour, *Evaluation of vermicompost fertilizer application on growth, nutrient uptake and photosynthetic pigments of lentil (Lens culinaris Medik.) under moisture deficiency conditions*, **Journal of Plant Nutrition**, 41(10), 2018, pp. 1276-1284, DOI: 10.1080/01904167.2018.1450419.
- [24] R. Mohammad Asgharipour, R. Majid, *Effect of Salinity on Germination and Seedling Growth of Lentils in Australian*, **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, 5(11), 2011, pp. 2002-2004.
- [25] V. Celac, *Particularitățile biologice, genetice și ameliorative ale lintei (Lens culinaris Medic)*, **Revista de Știință, Inovare, Cultură, Artă „Akademos”** 1(40), 2016, pp. 40-61.
- [26] S.B. Dhull, J. Kinabo, M.A. Uebersax, *Nutrient profile and effect of processing methods on the composition and functional properties of lentils: A review*, **Legume Science**, 5(1), 2023, Article Number 156, DOI: 10.1002/leg3.156.
- [27] M. Li, M. Xia, A. Imran, T.S. de Souza, C. Barrow, F. Dunshea, H.A. Suleria, *Nutritional value, phytochemical potential, and biological activities in lentils (Lens culinaris Medik.): A review*, **Food Reviews International**, 40(7), 2024, pp. 2024-2054.
- [28] L.A. del Río, F.J. Corpas, E. López-Huertas, J.M. Palma, *Plant superoxide dismutases: Function under abiotic stress conditions*, In D.K. Gupta, J.M. Palma, F.J. Corpas Eds. **Antioxidants and Antioxidant Enzymes in Higher Plants**, 2018, pp. 1-26.

- [29] P.B. Gutiérrez-Martínez, M.I. Torres-Morán, M.C. Romero-Puertas, J. Casas-Solís, P. Zarazúa-Villaseñor, E. Sandoval-Pinto, B.C. Ramírez-Hernández, *Assessment of antioxidant enzymes in leaves and roots of Phaseolus vulgaris plants under cadmium stress//Evaluación de enzimas antioxidantes en hojas y raíces de plantas Phaseolus vulgaris bajo estrés de cadmio*, **Biotecnia**, **22**(2), 2020, pp. 110-118, DOI: 10.18633/biotecnia.v22i2.1252.
- [30] A. Jabłońska-Trypuć, J. Wiater, *Protective effect of plant compounds in pesticides toxicity*, **Journal of Environmental Health Science and Engineering**, **20**(2), 2022, pp. 1035-1045, DOI: 10.1007/s40201-022-00823-0.
- [31] Y. Gharbi, M. Barkallah, E. Bouazizi, K. Hibar, R. Gdoura, M.A. Triki, *Lignification, phenols accumulation, induction of PR proteins and antioxidant-related enzymes are key factors in the resistance of Olea europaea to Verticillium wilt of olive*, **Acta Physiologiae Plantarum**, **39**, 2017, Article Number 43, pp. 1-5, DOI: 10.1007/s11738-016-2343-z.
- [32] N. Bansal, S.S. Kanwar, *Peroxidase (s) in environment protection*, **The Scientific World Journal**, **2013**(1), 2013, 714639 Article Number 714639, DOI: 10.1155/2013/714639.
- [33] B. Shahzad, M. Tanveer, Z. Che, A. Rehman, S.A. Cheema, A. Sharma, H. Song, S. Rehman, D. Zhaorong, *Role of 24-epibrassinolide (EBL) in mediating heavy metal and pesticide induced oxidative stress in plants: a review*, **Ecotoxicology and Environmental Safety**, **147**, 2018, pp. 935-944, DOI: 10.1016/j.ecoenv.2017.09.066.
- [34] T. Liu, T. Li, L. Zhang, H. Li, S. Liu, S. Yang, Q. An, C. Pan, N. Zou, *Exogenous salicylic acid alleviates the accumulation of pesticides and mitigates pesticide-induced oxidative stress in cucumber plants (Cucumis sativus L)*, **Ecotoxicology and Environmental Safety**, **208**, 2021, Article Number 111654, DOI: 10.1016/j.ecoenv.2020.111654.
- [35] D. Hassan Mhya, A. Mohammed, *Pesticides' Impact on the Nutritious and Bioactive Molecules of Green Leafy Vegetables: Spinach and*

Lettuce, **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, 2025, pp. 1-7, DOI: 10.1007/s42729-025-02284-4.

- [36] M. Morales, S. Munné-Bosch, *Malondialdehyde: Facts and Artifacts*, **Plant Physiology**, **180**(3), 2019, pp. 1246-1250, DOI: 10.1104/pp.19.00405.

FACTORI DE PROGNOSTIC ÎN CANCERUL GASTRIC

Adrian Valentin COTÎRLET^{1,2,3}, Radu-Daniel GHENADE¹,

¹Spitalul Clinic Municipal de Urgență Moinești, Str.Zorilor, Nr. 1, 605400 Moinești, România

²Academia Oamenilor de Știință din România (AOSR), Str. Splaiul Independenței, nr. 54, Sect. 5, 050094 București, România

³Universitatea Vasile Alecsandri Bacău, Calea Mărășești, nr. 157, 600115 Bacău, România

Rezumat: *Lucrarea abordează un subiect important de patologie chirurgicală și anume cancerul gastric, care în prezent doar chirurgia are un cuvânt de spus, de ea depinzând, într-o măsură, speranța de viață a bolnavului. Din păcate supraviețuirea la 5 ani postoperator nu depășește în medie 10%, deoarece neoplasmul gastric devine simptomatic atunci când atinge un stadiu destul de avansat. El rămâne de obicei asimptomatic o lungă perioadă de timp. Pentru a se manifesta trebuie ca tumora să obtureze zona cardiei sau antro-pilorică, să apară disconfortul digestiv și semne ale hemoragiei digestive (hematemeză, melenă). Acestea sunt circumstanțele în care pacientul cu neoplasm gastric consultă medicul. Când tumora se prezintă în situațiile de mai sus, înseamnă ca s-a dezvoltat semnificativ.*

Cuvinte Cheie: *Factori de prognostic, stadializare, diagnostic, tratament.*

Introducere

Generic, prin cancer gastric definim orice tumoră malignă, cu punct de plecare în regiunea cuprinsă între joncțiunea gastroesofagiană și pilor.

În ultimii ani s-a constatat creșterea frecvență a unor tumori maligne cu origine gastroesofagiană la care este greu de stabilit exact punctul de plecare.

O lungă perioadă de timp cancerul gastric a fost cea mai frecventă neoplazie de tub digestiv și de asemenea a fost asociat cu o rată de mortalitate crescută.

Începând cu anul 1985, s-a constatat o tendință permanentă de scădere a incidenței mortalității prin acest tip de cancer, care continuă să fie însă o localizare gravă, fapt determinat în special de caracteristicile sale.

Din nefericire, rămâne în continuare greu de diagnosticat în stadiu precoce, curabil datorită faptului că este adesea asimptomatic inițial. În pofida progreselor realizate în ultimele decade în ceea ce privește diagnosticul și tratamentul cancerului gastric, acesta este adesea diagnosticat în stadii avansate, astfel încât la nivel mondial se consideră că din 100 de cazuri noi diagnosticate cu afecțiuni maligne, 3 sunt cancer gastric [1].

Mortalitatea se menține și ea ridicată producându-se 1 milion de decese anual prin acest tip de cancer [2].

Date fiind toate acestea, ca și alte aspecte pe care le vom puncta ulterior, am considerat importantă realizarea acestei lucrări care să readucă în atenție cancerul gastric, mai ales că cele mai pluzibile metode de a reduce mortalitatea corelată cu acesta par să fie diagnosticul precoce și schimbarea modului de viață al populației.

Partea teoretică

Generalități privind cancerul gastric

Cancerul gastric este situat pe locul patru la nivel mondial ca incidență între cancerele cu diferite localizări, incidența sa fiind în scădere mai ales în Occident. În ciuda acestei evoluții cel mai probabil datorată modificării obiceiurilor alimentare, mortalitatea prin cancer gastric este ridicată, în special în Occident unde chiar dacă se diagnostichează mai puține cazuri de cancer gastric, stadiile pTNM sunt avansate și au un prognostic mai rezervat; în schimb în Japonia unde incidența este încă

ridicată, proporția cazurilor diagnosticate în stadiul de „early gastric cancer” a crescut mult, îmbunătățindu-se astfel prognosticul.

Singura metodă care a adus îmbunătățiri în supraviețuirea postoperatorie a bolnavilor cu cancer gastric a fost descoperirea bolii în faze precoc „early cancer” prin screening în masă, făcut de japonezi care au obținut supraviețuiri de până la 90% la 5 ani și în jur de 80% la 10 ani întrucât permite o bună rezecabilitate [3].

Primele preocupări pentru optimizarea diagnosticului de cancer gastric și depistarea momentului terapeutic spre etape cât mai de început ale leziunii aparțin lui R.Gutmann („cancer de l'estomac au debu”1935). Mai târziu Gutmann a introdus noțiunea de diagnostic „în perioada utilă” (1954).

Malory (1940) [4] a folosit termenul de „carcinom in situ” pentru leziunile localizate strict intramucos și constând în leziuni cantonate la stratul mucos și submucos [4].

O reorientare a strategiei diagnostice s-a obținut însă abia în era endoscopiei digestive superioare. Murakami și colaboratorii (1971) au definit cancerul incipient „early cancer” ca un „carcinom a cărui invazie este limitată la mucoasă sau indiferent de întinderea sa în suprafață la submucoasă”.

Una dintre cele mai comune tumori maligne ale tractului digestiv, cancerul gastric continuă să fie o problemă majoră de sănătate prin frecvență, agresivitate și prin rata scăzută de vindecare în etapa simptomatică [5].

Aspecte anatomice și fiziopatologice

Peretele gastric respectă schema generală de organizare a tubului digestiv și prezintă: mucoasă, submucoasă, musculară și seroasă. Mucoasa gastrică este alcătuită din: epiteliu de suprafață, corion (lamina propria) și musculara mucoasei.

Din punct de vedere chirurgical, irigația arterială a stomacului este atât de bogată și anastomozele atât de abundente, încât oricare dintre ramurile arteriale care vin la stomac poate fi legată, fără pericol ca porțiunea respectivă să fie lipsită de aport sanguin suficient. Dispoziția anatomică și drenajul limfatic al stomacului au o valoare clinică deosebită.

Sistemul limfatic reprezintă modalitatea principală de diseminare și propagare a procesului canceros de la mucoasă spre peretele gastric și în vecinătatea stomacului (anastomoze cu grupe ganglionare vecine). Metastazele ganglionare reprezintă una din principalele cauze ale determinismului prognostic în cancerul gastric.

Toate aceste considerente ne determină să acordăm o importanță deosebită atât descrierii anatomo-topografice a sistemului limfatic gastric, cât și a consecințelor modalităților chirurgicale de limfadenectomie.

Propagarea la distanță a procesului tumoral se face după A. Pissas [6] prin două mari curenți ale circulației limfatice, iar stomacul utilizează vasele eferente ale lanțurilor ganglionare anexate teritoriului de drenaj:

- trunchiul hepato-gastro-spleno-celiac ajunge la ganglionul pararenal stâng, reprezintă curentul stâng și cuprinde eferențele lanțului coronar gastric, splenic și lanțul hepatic.

- trunchiul hepato-gastro-colo-enteric (curentul drept) cuprinde ganglionii retroduodeno-pancreatici care ajung la lama retroportală și la ganglionii inter-aortico-cavi.

Prin studii anatomo-topografice, limfografice și intraoperatorii pe omul viu, A.Pissas și colaboratorii explică prezența metastazelor ganglionare situate pe curbura opusă neoplasmului. Fiziopatologic, există hipertensiune din aval care încetinește curentul, favorizează blocajul și refluxul celulelor canceroase spre zonele analvulate și cuprinde celulele prin colectoarele valvulate îndreptându-le în alt sens, în fazele mai puțin avansate când nu există, încă un blocaj masiv din partea celulelor canceroase [6].

Etiopatogeneză și factori de risc în cancerului gastric

Cauza primară de apariție a cancerului a rămas în mare parte necunoscută. Progresele cercetării au permis descoperirea a numeroși factori care contribuie la crearea unor situații favorabile de apariție a unor tumori maligne, la un anumit subiect, la un moment dat.

Se admite că în organism pot apărea uneori celule maligne care, în mod normal, sunt eliminate de către sistemul imun. Lipsa de control prin sistemul imun face ca un număr de astfel de celule să se multiplice, ducând la apariția unei tumori.

Cancerul gastric este în majoritatea cazurilor aproximativ 95% de tip adenocarcinom, cu punct de plecare în epiteliul glandular al stomacului. Restul de 5% sunt limfoame, cu punct de plecare în țesutul limfoid asociat mucoasei gastrice (GALT-gastric associated lymphoid tissue) și într-un procent mult mai mic decât limfoamele, sarcoame derivate din structurile stromale.

Metaplazia intestinală de diferite tipuri se asociază cu cancerul gastric în proporție de 21%, cu ulcerul gastric în procent de 11,5% și cu ulcerul duodenal 4,8% [7].

Displazia mucoasei gastrice non-metaplazice se asociază cu cancerul gastric în procent de 38,5%, cu ulcerul gastric 11,5% și cu ulcerul duodenal 4,9% din cazuri [8].

Factorii de risc sunt:

- alimentația - prepararea prin sărare și afumare (nitrați convertiți în nitriți carcinogeni), infecția cu *Helicobacter pylori*, Gastritele atrofice, consumul de alcool, fumatul, expunerea prelungită la antagoniștii de receptori histaminici H2 [9, 10].

Helicobacter pylori a fost considerat de OMS drept agent carcinogen de clasa I, riscul de a dezvolta o tumoră malignă a porțiunii distale a stomacului fiind de 2-3ori mai mare la pacienții cu infecție cu *Helicobacter pylori* [11].

Polipii gastrici adenomatoși sunt leziuni rare fiind găsite în procent între 0,004-0,07% din necropsii. Aproximativ 5% din polipii gastrici se pot asocia cu cancer gastric [12].

Epidemiologie

Cancerul gastric reprezintă cea de-a doua cauză de deces prin cancer în lume, după cancerul pulmonar, cu 750.000 de noi cazuri diagnosticate anual și 650.000 de decese înregistrate anual la nivelul întregului glob [13].

Pe primul loc se afla Japonia (39,2decese/100.000loc/an), iar pe ultimul loc SUA (5,7decese/100.000loc/an). Studiile pe emigranții Japoniei din SUA reflectă o diminuare a riscului, chiar dacă au migrat la o vârstă fragedă [14].

Astfel, un studiu recent pentru Romania, efectuat la Clinica Medicală 1, Departamentul Anatomie-Patologică, Cluj Napoca,

demonstrează că în 2005 incidența cancerului gastric era de 21,29%, pentru ca în iunie 2015 să ajungă la 29,4% cu o incidență pe sexe de 43,19% la bărbați și respectiv 16,6% femei [8, 13].

Localizarea antrală a cancerului gastric este cea mai frecventă cu un procent aproximativ de 50%. Urmează localizarea la nivelul corpului gastric, cu un procent de 19%, la joncțiunea esogastrică 15-21%, carcinomul difuz, care cuprinde mucoasa gastrică aproape în totalitate 12% și carcinomul dezvoltat pe bontul gastric 6%.

Cel mai frecvent tip macroscopic de cancer gastric este cel ulcerat, aproximativ 37%. Urmează tipul protruziv 28%, infiltrativ 20% și tipurile combinate 15%.

Raportul tipurilor histologice după Lauren, carcinom intestinal/carcinom difuziv este, pentru România, de aproximativ 1,7/1 respectiv 46-48% carcinoame de tip intestinal, 27% carcinoame de tip difuz, 25-27 forme neclasificabile. Tipurile histologice după OMS sunt pentru România: carcinom papilar 4,6%, carcinom tubular 26,1% , carcinom mucipar 17,2%, carcinom cu celule în „inel cu pecete” 22%, carcinom nediferențiat 29,9% [13].

Creșterea frecvenței cancerelor de joncțiune esogastrică este raportată și de autorii britanici. La pacienții tineri, sub 40 de ani, carcinomul gastric este cel mai adesea difuz, cu localizare înaltă și slabă diferențiere histologică. Incidența acestei forme este în prezent de aproximativ 1,92% [8].

Stadializare

Stadiile de evoluție ale neoplasmului gastric sunt redată în tabelele 1 și 2.

Tabelul 1. Stadializarea TNM a cancerului gastric [17]

Tumora primară (T)		Noduli limfatici regionali (N)		Metastaze distale (M)	
TX	Tumora primară nu poate fi evaluată	NX	Nodulii limfatici regionali nu pot fi evaluați	M0	Fără metastaze distale
T0	Niciun semn de tumoră primară	N0	Fără metastaze limfonodulare	M1	Metastaze distale sau citologie peritoneală pozitivă
Tis	Carcinom in situ: tumoră intraepitelială fără invazie în lamina propria	N1	Metastaze la 1-2 ganglioni limfatici regionali		

EUROINVENT INTERNATIONAL WORKSHOP 2025

T1a	Tumora invadeaza lamina propria sau musculara mucoasei	N2	Metastaze la 3-6 ganglioni limfatici regionali
T1b	Tumora invadează submucoasa	N3	Metastaze în 7 sau mai mulți ganglioni limfatici regionali
T2	Tumora invadează musculara proprie	N3a	Metastaze în 7-15 ganglioni limfatici regionali
T3	Tumora penetreaza țesutul conjunctiv subseros fără a invada peritoneul visceral sau structurile adiacente	N3b	Metastaze în 16 sau mai mulți ganglioni limfatici regionali
T4	Tumora invadeaza seroasa (peritoneul visceral) sau structurile adiacente		
T4a	Tumora invadeaza seroasa (peritoneul visceral)		
T4b	Tumora invadeaza structurile adiacente		

Tabelul 2. Stadiul anatomic/prognosticul grupurilor [17]

Stadializare	Stadiul T	Stadiul N	Stadiul M
Stadiul 0	Tis	N0	M0
Stadiul IA	T1	N0	M0
Stadiul IB	T2 T1	N0 N1	M0 M0
Stadiul IIA	T3 T2 T1	N0 N1 N2	M0 M0 M0
Stadiul IIB	T4a T3 T2 T1	N0 N1 N2 N3	M0 M0 M0 M0
Stadiul IIIA	T4a T3 T2	N1 N2 N3	M0 M0 M0
Stadiul IIIB	T4b T4a T3a	N0-1 N2 N3	M0 M0 M0
Stadiul IIIC	T4b T4a	N2-3 N3	M0 M0
Stadiul IV	Orice T	Orice N	M1

Aspectul macroscopic variaza mult cu tipul proliferării și stadiul evolutiv:

- *Cancerul Gastric Precoce* - diagnosticul este exclusiv anatomopatologic deoarece deși termenul sugerează o leziune clinic precoce și asimptomatică, în unele cazuri acesta poate fi simptomatic și cu metastaze ganglionare în ciuda aspectului macroscopic care pledează pentru o leziune incipientă. În ceea ce privește localizarea, cancerul gastric precoce se situeaza cel mai frecvent în porțiunea mediogastrică (56,3%), apoi antral și la nivelul fornixului gastric; leziunile multicentrice sunt prezente în 10% din cazuri.
- *Cancerul Gastric Avansat* - a constituit obiectul studiilor anatomopatologice clasice și reprezintă cancerul gastric care depășește submucoasa, penetrează stratul muscular în peretele gastric ajungând la seroasă. Se asociază frecvent cu metastaze, cu invadarea structurilor de vecinătate prin contiguitate, având prognostic foarte grav [15].

Tratament

Terapia combinată a cancerului gastric va include în marea majoritate a cazurilor:

- I. Chirurgia stomacului.
- II. Chimioterapia pre și post operatorie.
- III. Radioterapia.

Chirurgia stomacului

Diferite tipuri de tratament sunt disponibile pentru pacienții cu cancer gastric. Unele tratamente standard (tratamente utilizate în prezent), iar unele sunt testate în studiile clinice.

Tratamentul chirurgical este cel de bază și are drept obiectiv principal rezecția gastrică cu viză radicală corespunzătoare principiilor oncologice. Căile de abord sunt: laparotomie, laparoscopie, toraco-laparotomie.

Scopul tratamentului chirurgical este rezecția tumorii în totalitate. Astfel toate marginile (proximale, distale și radiale) trebuie să fie negative și de asemenea o limfadenectomie efectuată adecvat [16].

Tratamentul curativ presupune îndepărtarea tumorii și a ganglionilor limfatici adiacenți realizat prin gastrectomie subtotală când tumora este în jumătatea inferioară a stomacului și gastrectomie totală cu anastomoză esojejunală în alte localizări. Tipul de operație se hotărăște în funcție de comorbidități, tipul tumorii și cât de extinsă este. La toți pacienții cu stadiul IA li se recomandă rezecție chirurgicală sau endoscopică, iar celor cu stadiile II-III, intervenție chirurgicală, după chimioterapie preoperatorie [17].

Colier și Pissas, pe baza studiului facut pe dosare de cancere gastrice și studiul executat pe cadavre, împart zonele de drenaj limfatic corespunzător zonelor arteriale. Teritoriul drenat de lanțul hepatic corespunde segmentului restant al porțiunii orizontale a stomacului.

Colier, Kay și McIntyre [18] găsesc în 26,4% din cazuri invazia duodenului în cancerul gastric. În alte statistici procentul este de 20-38%. Aceste date impun rezecția a cel puțin 2cm din duoden în intervențiile pentru cancerul gastric.

Tratamentul chirurgical conține doi timpi necesari pentru a oferi intervenției chirurgicale caracter de radicalitate în limite oncologice. Acești timpi se vor ghida după stadializarea TNM a cancerului gastric:

- rezecție gastrică totală sau subtotală;
- limfadenectomie regională-extirpare epiplon și grupe ganglionare perigastrice.

Rezecțiile viscerale spleno-pancreatectomie, hepatectomie stângă, rezecția colonului transvers, se referă la organele invadate de procesul neoplazic gastric și de obicei conferă intervenției chirurgicale un caracter paliativ [19].

Laparoscopia de stadializare și citologia peritoneală sunt tehnici utile în cazul pacienților cu cancer gastric avansat locoregional și suspekți cu metastaze oculte imagistic. Laparoscopia de stadializare și citologia peritoneală, pot reliefa tumorile gastrice voluminoase sau infiltrarea pereților, prezența metastazelor hepatice sau a carcinomatozei peritoneale,

fiind extraordinar de utilă în aprecierea operabilității și prezentând o sensibilitate diagnostică de peste 94% [20, 21].

Chimioterapia în cancerul gastric

Chimioterapia prezintă diverse combinații chimioterapice, corespunzătoare ghidurilor în vigoare (cisplatin-docetaxel, cisplatin-epirubicin, PEV cu 5-fluorouracil sau platinum, irinotecan și fluoropyrimidine etc.) cu răspuns parțial, trecător și remisii complete destul de rare. În combinație cu radioterapia, perioperator chimioterapia reduce rata recurenței și prelungește supraviețuirea. Protocoalele de chimioterapie includ: doxorubicină, vincristin, ciclofosamidă, prednisonul [22, 23].

Se consideră că în general cancerul gastric este puțin sensibil la chimioterapie. Totuși unele combinații precum 5-Fu cu mitomicina C sau 5-Fu cu mitomicina C și doxorubicina au un răspuns de aproximativ 50% având efecte secundare importante care pot limita folosirea lor [24].

Tratamentul chimioterapic preoperator are rolul de „downstaging” tumoral, mai ales pentru cancerul extins locoregional, chiar dacă 30-40% dintre pacienți au posibilitatea să răspundă la chimioterapia neoadjuvantă. Newmann a dovedit scăderea în procente a stadiului T3 de la 89% la 16%, fără creșterea morbidității [25].

Tratamentul chimioterapic postoperator mai exact chimioterapia adjuvantă rămâne unul discutabil, studiile publicate fiind în general cu un număr neajuns de pacienți, iar schemele de tratament diversificate, pentru a ajunge pragul de semnificație statistică. Schema de chimioterapie administrată trebuie să fie bazată pe 5FU [26].

Radioterapia

Radioterapia se administrează mai rar ca metodă unică, la cazurile regionale avansate ca modalitate de tratament paliativ. Din ce în ce mai frecvent se utilizează ca tratament adjuvant, intra dar mai ales postoperator. Tratamentul debază este chirurgical, practicându-se gastrectomia totală care poate fi curativ în aceste cazuri. Pentru stadiile celelalte, dacă diagnosticul este stabilit preoperator, atunci tratamentul va consta în chimioterapie și radioterapie. În situația în care diagnosticul este stabilit intraoperator se va recurge la rezecție gastrică citoreductivă și postoperator se va stabili chimioterapie [27].

Tratament paliativ

În afara tratamentului potențial curativ, a cărui eficiență se va dovedi doar prin controale periodice postoperatorii într-un interval de minimum 5 ani, la cazurile avansate se pot realiza o succesiune de intervenții chirurgicale cu caracter paliativ sau complicațiilor tumorii gastrice: rezecțiile gastrice paliative, gastro-enteroanastomoza, ligatura pediculilor vasculari peritumorali.

Prognosticul cancerului gastric rămâne în continuare rezervat din pricina stadiilor avansate de evoluție și a eficienței relativ scăzute a tratamentului adjuvant [28].

Factori de prognostic în cancerul gastric

Supraviețuirea pacienților cu cancer gastric este în principiu îmbunătățită datorită detectării precoce a tumorii (programe de screening).

Cei mai importanți factori de prognostic pentru pacienții cu cancer gastric avansat, sunt considerați a fi vârsta, profunzimea invaziei și metastazarea nodulilor limfatici. De asemenea alte cazuri precum bolile cardiovasculare, diabetul, defecte ale imunității și malnutriția reflectă mortalitatea operativă crescută și reducerea supraviețuirii pe termen lung la pacienții vârstnici [29].

Dimensiunea tumorii este considerată ca fiind un factor de prognostic independent. Pacienții cu cancer gastric în stadiul (Borrmann) Tip IV prezintă un prognostic mai sever decât pacienții descoperiți în stadii incipiente datorită diagnosticului întârziat și a detectării avansate a bolii, fiind predispuși la metastaze limfonodulare și viscerale.

Din punct de vedere anatomic, cel mai sever prognostic se înregistrează la pacienții cu gastrectomie totală datorită incidenței crescute a cancerului gastric în treimea superioară a stomacului care este mult mai agresiv decât în alte localizări [30].

Supraviețuirea la 5 ani a fost mai slabă la pacienții cu gastrectomie totală, în raport cu gastrectomia subtotală, datorită faptului că gastrectomiile totale s-au adresat formelor de boală mult mai extinse.

Supraviețuirea de lungă durată a pacienților cu cancer gastric rămâne nefavorabilă datorită invaziei tumorii dincolo de stratul muscular și al diseminării precoce în sistemul limfatic.

Invazia căilor limfatice, a rețelei limfatice din tumora primară și din nodulii limfatici, ajută la aprecierea apariției recidivei postrezeceție și volumul tumorii împreună cu nivelul de invazie ganglionară este important pentru decesele produse de recidive.

Profundimea invaziei perietale a fost considerată predictor pentru producerea decesului prin recidivă, apărut după rezecția curativă a cancerului gastric [31].

Tumoriile gastrice maligne reprezintă din punct de vedere histologic un grup heterogen de tumori, în funcție de tipul de celulă din structura peretelui gastric care proliferază malign.

Adenocarcinoamele sunt cele mai frecvente reprezentând 90% din totalul tumorilor gastrice.

Datorită ponderii de peste 90% a adenocarcinomului gastric în cadrul tumorilor maligne ale stomacului, termenul de cancer gastric este atribuit uzual, acestei variante histopatologice [32].

Cu o incidență în scădere la nivel global, cancerul gastric rămâne încă una dintre cele mai frecvente cauze de deces prin cancer. Diagnosticat în stadii timpurii, este curabil, dar din păcate cele mai multe cazuri sunt identificate tardiv. Incidența cea mai crescută este în decada a 6-a și a 7-a de viață, iar boala este de două ori mai frecventă la bărbați decât la femei [33].

Partea experimentală

Lucrarea abordează un subiect important de patologie chirurgicală și anume cancerul gastric, în care deocamdată doar chirurgia are un cuvânt de spus, de ea depinzând, într-o măsură, speranța de viață a bolnavului. Din păcate supraviețuirea la 5 ani postoperator nu depășește în medie 10%, deoarece neoplasmul gastric devine simptomatic atunci când a atins un stadiu destul de avansat. El rămâne de obicei asimptomatic o lungă perioadă de timp. Pentru a se manifesta trebuie ca tumora să obtureze zona cardiei sau antro-pilorică, să apară disconfortul digestiv și semne ale hemoragiei digestive (hematemeză, melenă).

Acestea sunt circumstanțele în care pacientul cu neoplasm gastric consultă medicul. Când tumora se prezintă în situațiile de mai sus, înseamnă ca s-a dezvoltat semnificativ. De multe ori suntem impresionați de volumul mare al tumorii, la examenul radiologic sau endoscopic se constată ca ocupă aproape tot stomacul [1].

Datorită alimentației precare și stresului din ziua de astăzi, cancerul gastric este o patologie din ce în ce mai frecventă, cu un prognostic destul de rezervat, ceea ce mă determină și ambiționează să mă documentez în detaliu din punct de vedere chirurgical, pentru ca pe viitor să obținem o rată de supraviețuire mai bună.

Scopul acestui studiu este de a identifica factorii de prognostic în cancerul gastric pentru a stabili rata de supraviețuire.

De asemenea am evaluat postoperator pacienții (follow up între 6 luni și 11 ani), urmărind supraviețuirea postoperatorie.

Ipoteza de lucru pe care dorim să o demonstrăm este că diferiți parametri precum indicele de masă corporală, vârsta, sexul, tipul operației, tipul și gradul histologic al tumorii, diametrul, localizarea, invazia tumorală, invazia limfatică și vasculară reprezintă factori de prognostic în cancerul gastric ce pot influența rata de supraviețuire.

Material si metodă

Studiul clinic retrospectiv a fost realizat în Clinica de Chirurgie Târgu Mureș, folosind datele pacienților care au fost operați de cancer gastric în perioada ianuarie 2008 – decembrie 2018. În acest interval au fost operați 330 de pacienți, dar în studiul nostru au fost incluși doar 100 de pacienți, iar piesele operatorii au fost analizate din punct de vedere anatomopatologic. Accesând buletinele histopatologice ale pacienților, am studiat tipul, gradul histologic al tumorilor, diametrul măsurat microscopic, localizarea, invazia tumorală, invazia limfatică și vasculară, stadiul TNM. Din baza de date a clinicii am luat parametrii pentru calcularea indicelui de masă corporală, vârstă, sex, diagnostic clinic, comorbidități și tipul de operație.

Evoluția postoperatorie am evaluat-o telefonic. Perioada de follow-up a pacienților a fost între 6 luni și 11 ani (126 luni). Au fost excluși pacienții care nu au putut fi contactați.

Datele obținute au fost introduse într-un tabel Microsoft Office Excel 2010. Statistica infotmațiilor am realizat-o utilizând programul Graphpad Prism 8 pentru Windows. Am utilizat testul statistic “Kaplan Meier”, iar rezultatele au fost declarate semnificativ statistic la o valoare a lui $p < 0,05$.

Realizarea studiului a fost aprobată de către Comisia Locală de Etică și de către Conducerea Secției de Chirurgie (Prof. Dr. Marius COROȘ), din cadrul Spitalului Clinic Județean, Târgu Mureș.

Rezultate

În intervalul de referință 2008-2018 în Clinica Chirurgie, Spitalul Clinic Județean Târgu Mureș, au fost tratați 330 de pacienți din care doar 100 de pacienți au fost incluși în studiul nostru, dintre care 71 de bărbați și 29 de femei (Fig. 1).

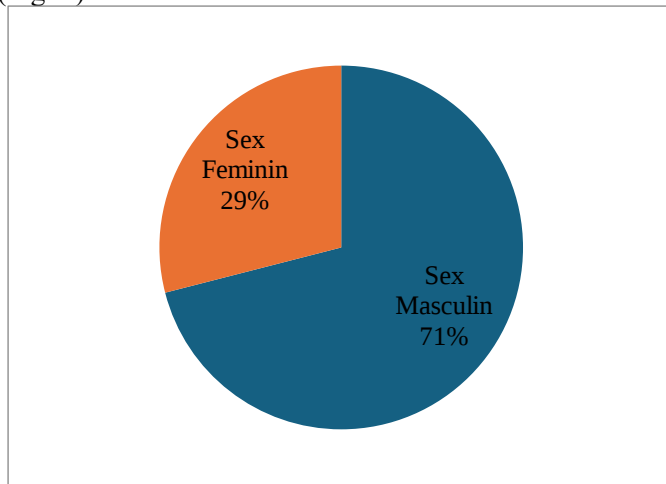


Fig. 1. Distribuția pacienților pe sexe

În ceea ce privește mediul de proveniență, 63% provin din mediul rural, iar 37% din mediul urban (Fig. 2).

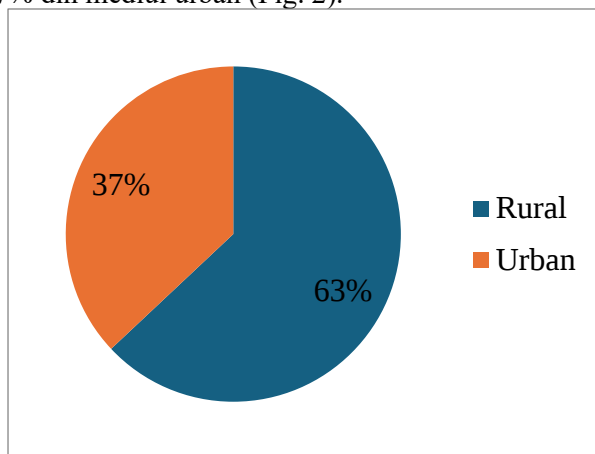


Fig. 2. Distribuția pacienților în funcție de mediul de proveniență

Din punct de vedere al vârstei pacienților, putem observa apariția cancerului gastric din decada a patra a vieții, cel mai tânăr pacient având 42 de ani, iar cel mai în vârstă pacient având 94 de ani, cu o medie de vârstă de 66 de ani (Fig. 3.).

În ceea ce privește supraviețuirea pe grupe de vârstă, în studiul nostru se observă că pacienții cu vârste cuprinse între 70 și 80 de ani prezintă cea mai scăzută rată de supraviețuire. Nu am găsit diferență statistic semnificativă între grupurile de vârstă în ceea ce privește supraviețuirea globală ($p = 0,2161$) (Fig. 4).

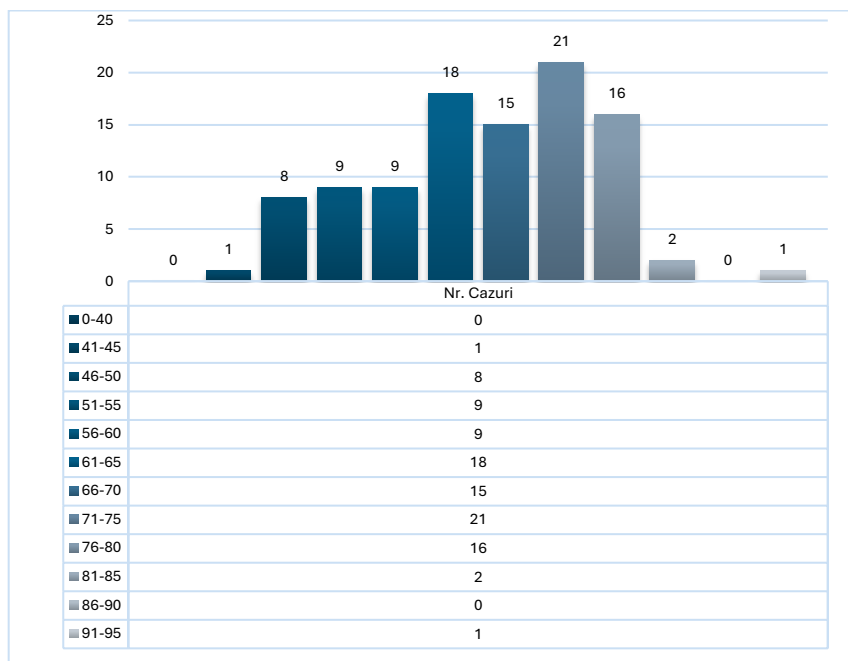


Fig. 3. Distribuția pacienților pe grupe de vârstă

Supraviețuirea globală pe grupe de vârstă

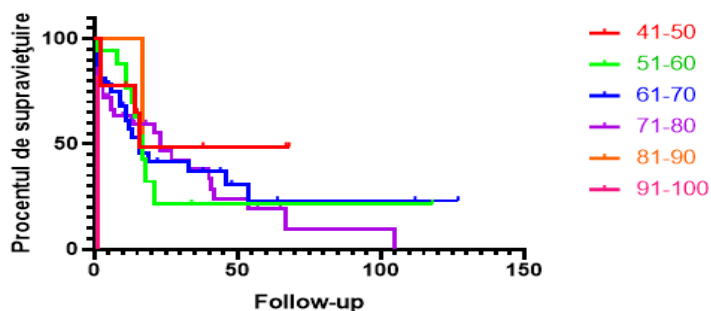


Fig. 4. Statusul dintre grupele de vârstă și supraviețuire postoperatorie

În ceea ce privește constituția pacienților, am observat ca indicele de masă corporală nu influențează statistic semnificativ supraviețuirea globală ($p = 0,5907$) (Fig. 5).

Supraviețuirea globală în funcție de IMC

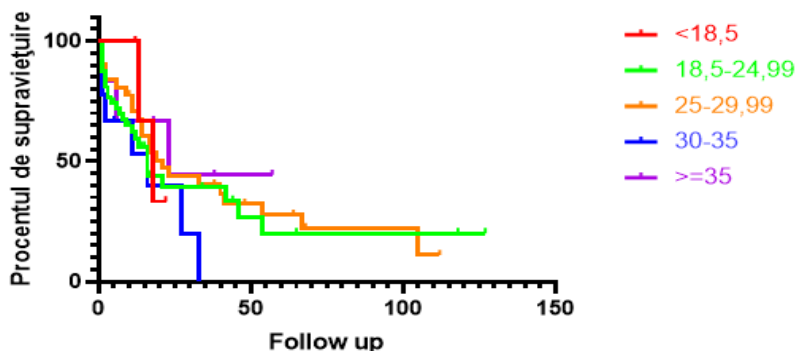


Fig. 5. Statusul dintre indicele de masă corporală și supraviețuire postoperatorie

Starea de sănătate poate influența, benefic sau nu, greutatea corporală și invers. Conform WHO: un IMC sub 18,5 reprezintă pacienți subponderali, între 18,5-24,99 sunt pacienți normoponderali, între 25-29,99 sunt pacienți supraponderali, între 30-35 pacienți cu obezitate grad I, iar un IMC peste 35 indică pacienți cu obezitate grad II [34] (Tabelul 1).

Tabelul 1. Indicele de masă corporală în funcție de sexul pacientului

IMC	<18,5	18,5-24,99	25-29,99	30-35	>35
NR. Cazuri	5	49	31	9	6
Femei	0	14	8	4	3
Bărbați	5	35	23	5	3

Din lotul studiat și anume din cei 100 de pacienți diagnosticați cu cancer gastric, 19 pacienți (6 femei și 13 bărbați) au avut tumoră localizată la nivelul cardiei, 30 de pacienți (10 femei și 20 bărbați) la nivelul corpului gastric și la nivelul regiunii antro-pilorice 51 de pacienți (13 femei și 38 bărbați) (Fig. 6).

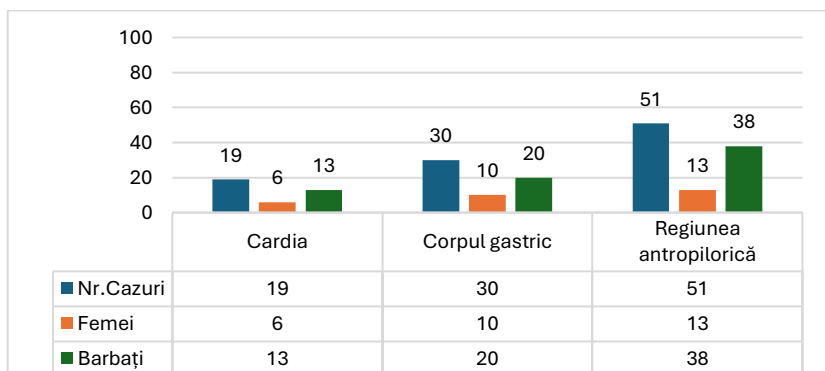


Fig. 6. Distribuția pacienților în funcție de localizarea tumorală

Localizarea tumorii influențează statistic semnificativ supraviețuirea ($p = 0,0135$). Am observat o supraviețuire semnificativ mai bună a pacienților care prezintă tumori localizate la nivelul regiunii antropilorice (Fig. 7).

Supraviețuirea globală în funcție de LOCALIZAREA TUMORII

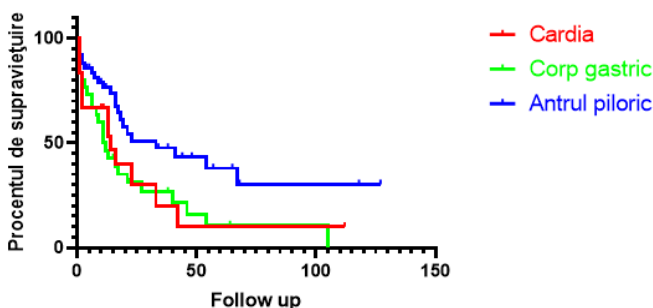


Fig. 7. Statusul dintre localizarea tumorii și supraviețuire postoperatorie

Diametrul tumorii măsurat macroscopic relevă o medie de 6,58cm. Se observă că majoritatea pacienților (53%) au un diametru tumoral cuprins între 5-10cm (Fig. 8).

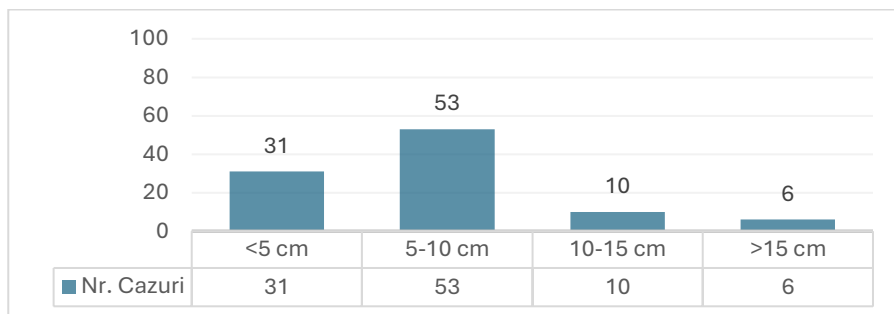


Fig. 8. Distribuția pacienților în funcție de diametrul tumorii

Din punct de vedere statistic, am constatat o asociere semnificativă între diametrul tumorii și supraviețuire, având o supraviețuire superioară pacienții cu diametrul tumoral sub 5cm ($p = 0,0033$) (Fig. 9).

Supraviețuirea globală în funcție de DIAMETRUL TUMORII

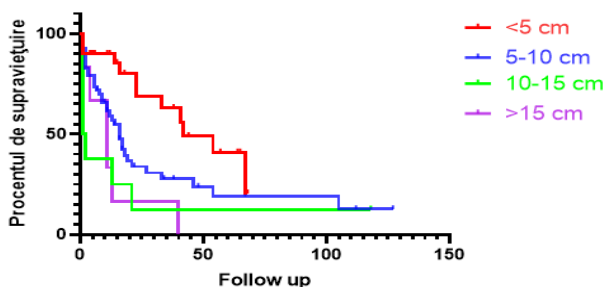


Fig. 9. Statusul dintre diametrul tumorii și supraviețuire postoperatorie

Cea mai frecventă formă microscopică de cancer gastric este adenocarcinomul. În lotul studiat această formă a fost întâlnită în 80 de cazuri. Au fost întâlnite și alte forme de cancer gastric: carcinom cu celule în „inel cu pecete” 10 cazuri și alte tipuri histologice: carcinom mucinos, carcinom neuroendocrin 10 cazuri (Fig. 10).

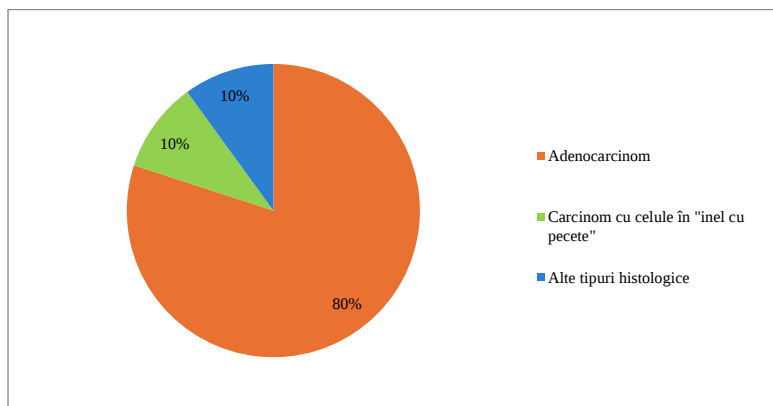


Fig. 10. Distribuția pacienților în funcție de tipul histologic

Nu am găsit diferență statistic semnificativă între tipurile histologice în ceea ce privește supraviețuirea globală ($p = 0,3300$) (Fig. 11).

Supraviețuirea globală în funcție de TIPUL HISTOLOGIC

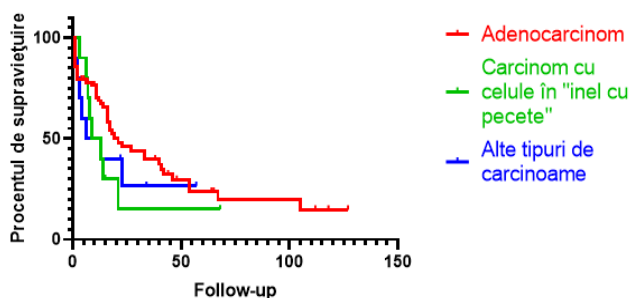


Fig. 11. Statusul dintre tipul histologic și supraviețuire postoperatorie

Gradul histologic este împărțit în trei categorii: bine diferențiat care cuprinde 30 de pacienți, moderat diferențiat 27 de pacienți și slab diferențiat 43 de pacienți. (Fig.12).

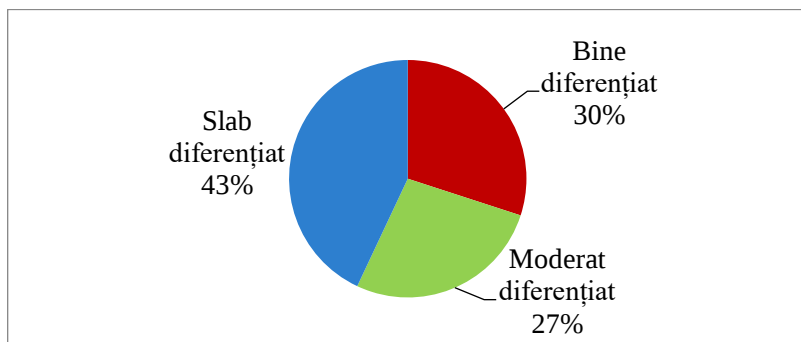


Fig. 12. Distribuția pacienților în funcție de gradul histologic

Din punct de vedere statistic, nu s-a regăsit o asocierie semnificativă între cele 3 graduri de diferențiere în ceea ce privește supraviețuirea globală ($p = 0,2058$) (Fig.13).

Supraviețuirea globală în funcție de GRADUL HISTOLOGIC

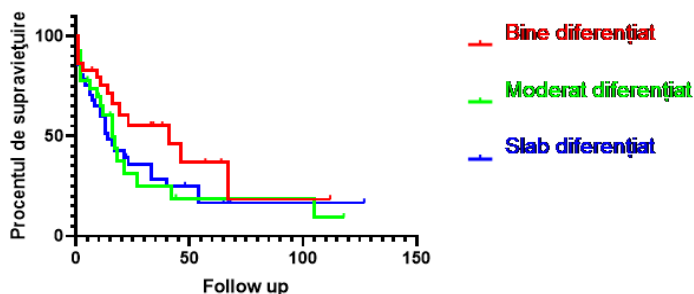


Fig. 13. Statusul dintre gradul histologic și supraviețuire postoperatorie

La nivel microscopic, în studiul nostru, invazia tumorală se remarcă la 50 de pacienți la nivelul seroasei, la 39 de pacienți la nivelul subseroasei și la 11 pacienți la nivelul muscularei (Fig. 14).

<i>IMC</i>	<18,5	18,5-24,99	25-29,99	30-35	>35
<i>NR. Cazuri</i>	5	49	31	9	6
<i>Femei</i>	0	14	8	4	3
<i>Bărbați</i>	5	35	23	5	3

Fig. 14. Distribuția pacienților pe grupe de sex în funcție de invazia tumorală

Din punct de vedere statistic, supraviețuirea globală este influențată statistic semnificativ de invazia tumorală. Invazia la nivelul seroasei se asociază cu o supraviețuire mai scăzută ($p = 0,0098$) (Fig. 15).

Supraviețuirea globală în funcție de INVAZIA TUMORALĂ

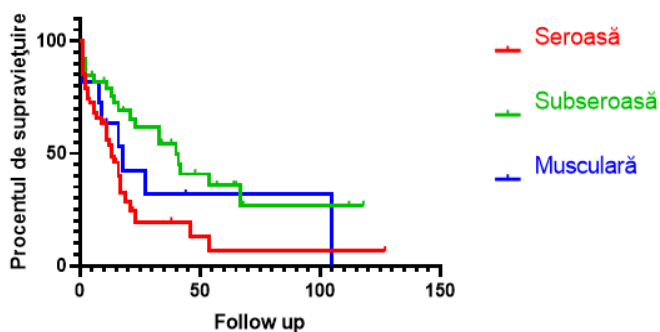


Fig. 15. Statusul dintre invazia tumorală și supraviețuire postoperatorie

În ceea ce privește următorii parametrii: distanța față de marginea proximală și distanța față de marginea distală, nu am găsit o corelație semnificativ statistică între aceste caracteristici și supraviețuirea postoperatorie ($p = 0,1634$), (Fig. 16) respectiv ($p = 0,2187$) (Fig. 17).

Supraviețuirea globală în funcție de DISTANȚA FAȚĂ DE MARGINEA PROXIMALĂ

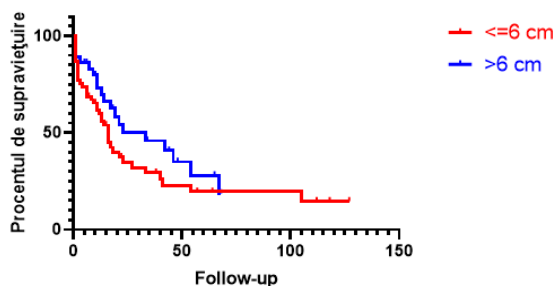


Fig. 16. Statusul dintre distanța față de marginea proximală și supraviețuire postoperatorie

Supraviețuirea globală în funcție de DISTANȚA FAȚĂ DE MARGINEA DISTALĂ

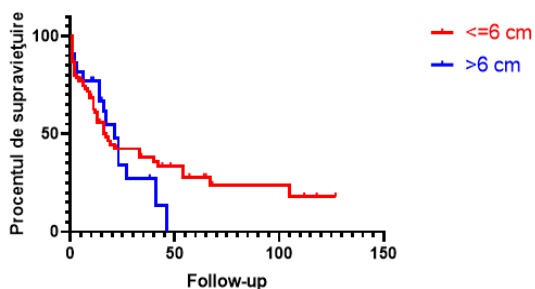


Fig. 17. Statusul dintre distanța față de mariginea distală și supraviețuire postoperatorie

În ceea ce privește invazia limfatică, la 43% din pacienți este prezentă, iar la 57% din pacienți este absentă. (Fig. 18)

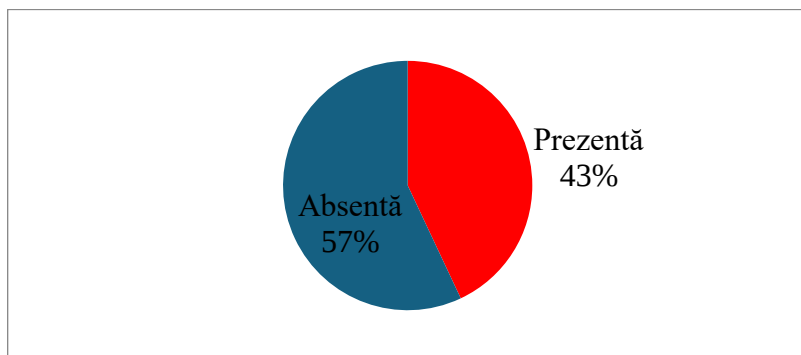


Fig. 18. Distribuția pacienților în funcție de invazia limfatică

Din punct de vedere statistic, nu există o asocierie semnificativă între supraviețuirea globală și invazia limfatică ($p = 0,8020$) (Fig. 19).

Supraviețuirea globală în funcție de INVAZIA LIMFATICĂ

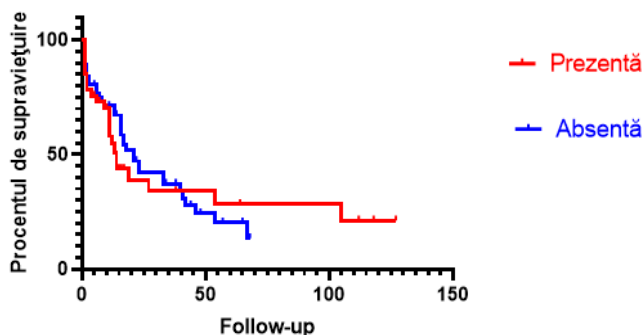


Fig. 19. Statusul dintre invazia limfatică și supraviețuire postoperatorie

În ceea ce privește invazia vasculară, la 58% din pacienți este prezentă, iar la 42% din pacienți este absentă (Fig. 20).

Din punct de vedere statistic, asocierea dintre invazia vasculară și supraviețuirea postoperatorie este semnificativ statistic (0,0001) (Fig. 21).

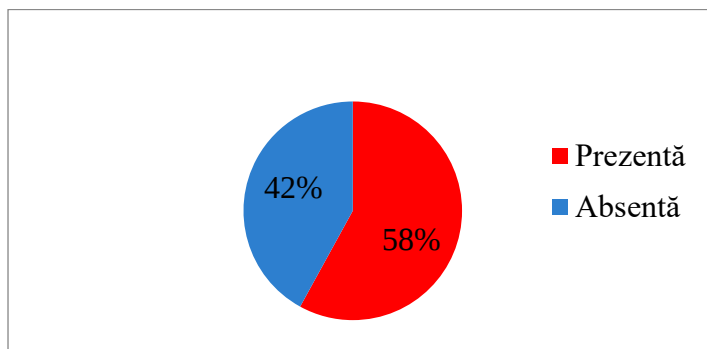


Fig. 20. Distribuția pacienților în funcție de invazia vasculară

Supraviețuirea globală în funcție de INVAZIA VASCULARĂ

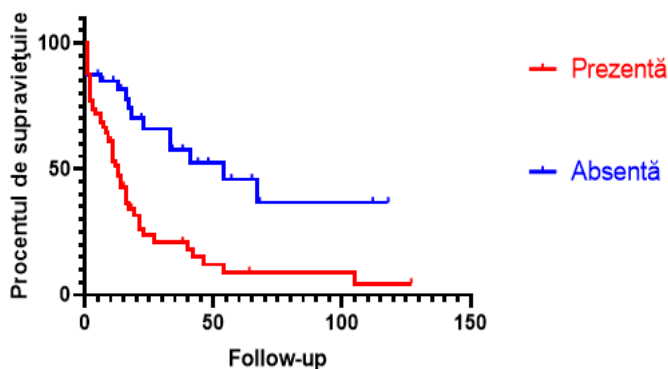


Fig. 21. Asocierea dintre invazia vasculară și supraviețuirea postoperatorie

Stadializarea TNM este cea mai importantă, ea reflectând cel mai bine prognosticul și evoluția pacientului. Paramentru T se împarte în T1 care este prezent la 3% din cazuri, T2 care este prezent la 8% din cazuri, T3 prezent la 41% din cazuri și T4 prezent la 48% din cazuri (Fig. 22).

70% din pacienți prezintă stadiul T avansat (T3 și T4) cu vârstă cuprinsă între 60 și 92 de ani.

Din punct de vedere statistic, stadiul T este semnificativ statistic în corelație cu supraviețuirea postoperatorie ($p = 0,0025$) (Fig.23).

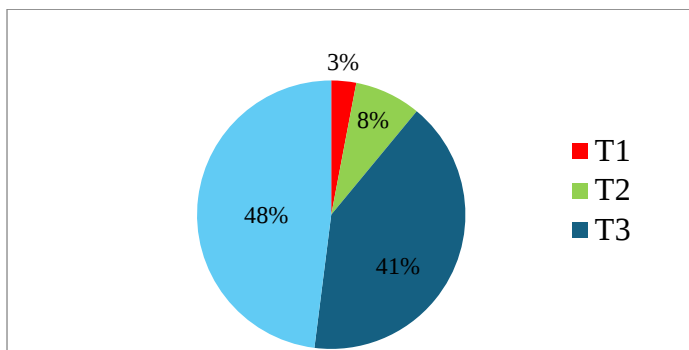


Fig. 22. Distribuția pacienților în funcție de stadiul T

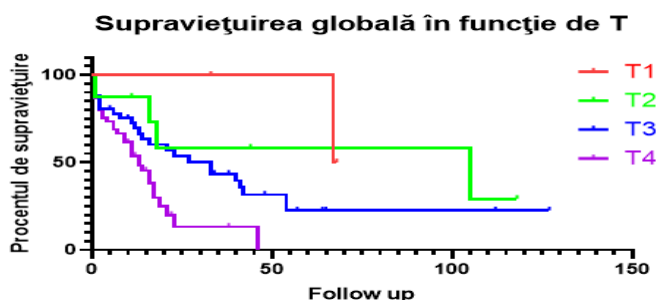


Fig. 23. Statusul dintre stadiul T și supraviețuire postoperatorie

Stadiul N se împarte în N0 care este prezent la 25% din pacienți, N1 prezent la 27% din pacienți, N2 prezent la 22% din pacienți și N3 prezent la 26% din pacienți. (Fig. 24)

Din punct de vedere statistic, stadiul N este semnificativ statistic în corelație cu supraviețuirea postoperatorie ($p = 0,0001$). (Fig. 25)

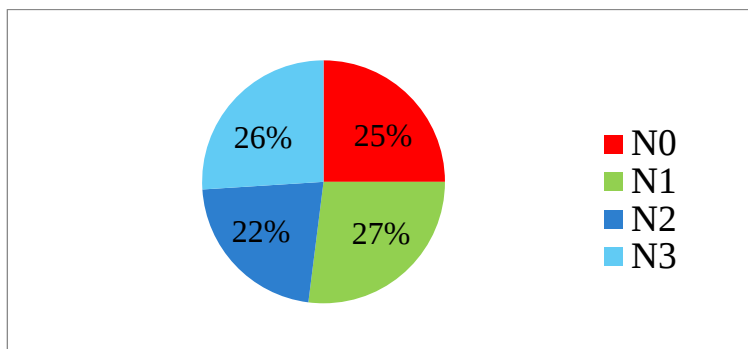


Fig. 24. Distribuția pacienților în funcție de stadiul N

Supraviețuirea globală în funcție de INVAZIA NODULARĂ

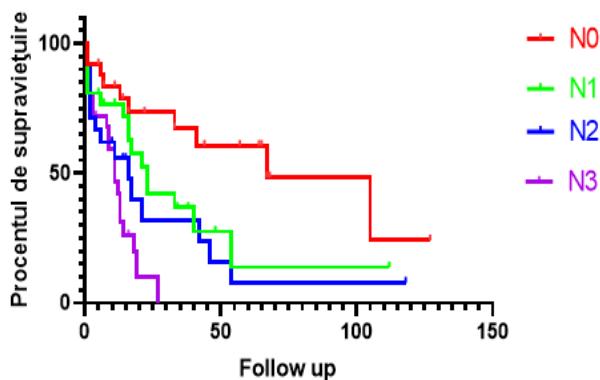


Fig. 25. Statusul dintre invazia nodulară și supraviețuirea postoperatorie

Paramentul M este împărțit în M0 care este prezent la 91% din pacienți și M1 care este prezent la 9% din pacienți. (Fig. 26)

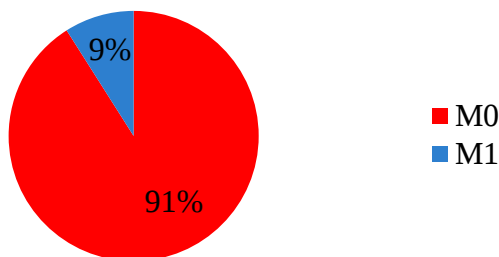


Fig. 26. Distribuția pacienților în funcție de stadiul M

Din punct de vedere statistic, stadiul M nu este semnificativ statistic în asociere cu supraviețuirea postoperatorie ($p = 0.1581$). (Fig. 27)

Supraviețuirea globală în funcție de M

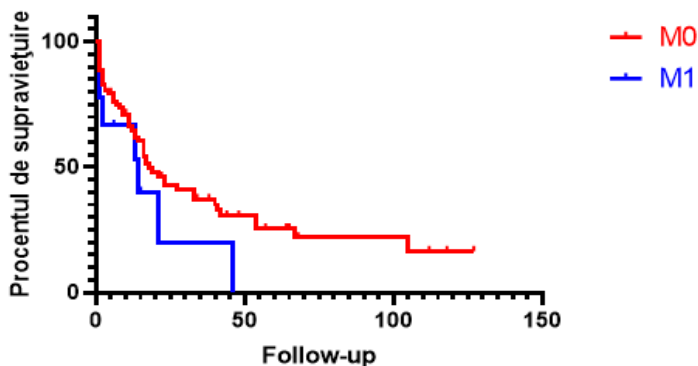


Fig. 27. Statusul dintre stadiul M și supraviețuirea postoperatorie

Din lotul studiat și anume din 100 de pacienți care au beneficiat de tratament chirurgical, 41% au beneficiat de *gastrectomie totală* și restul de 51%, *gastrectomie subtotală* (Fig. 28).

La analiză statistică, tipul de operație se asociază semnificativ statistic cu supraviețuirea postoperatorie ($p = 0.0049$) (Fig. 29).

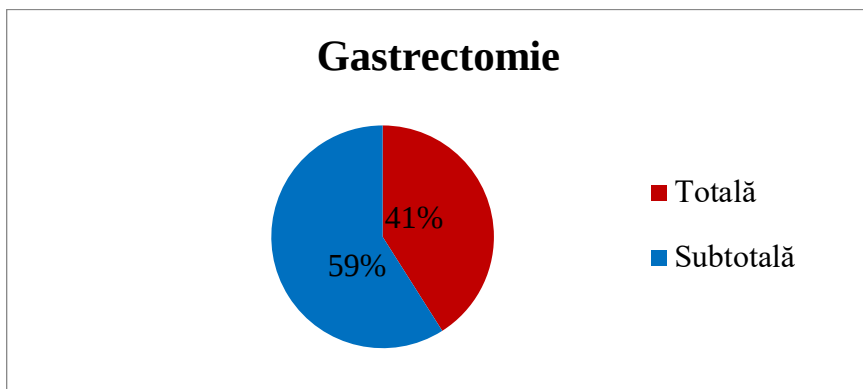


Fig. 28. Distribuția pacienților în funcție de tipul de operație

Supraviețuirea globală în funcție de Tipul de OPERAȚIE

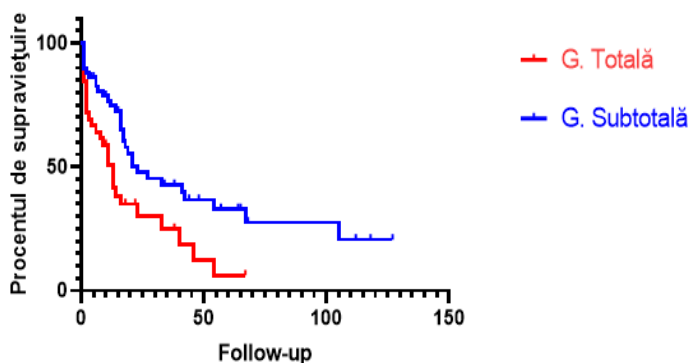


Fig. 29. Statusul dintre tipul de operație și supraviețuirea postoperatorie

La 65% din pacienți s-a efectuat anastomoză tip Y a la Roux, 15% tip Omega și 20% alte tipuri de anastomoze (Fig. 30).

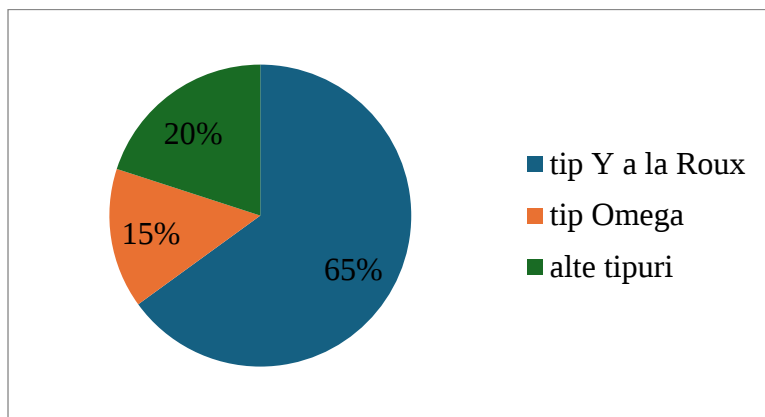


Fig. 30. Tipuri de anastomoze folosite după practicarea gastrectomiei

Tabelul 3. Valorile statistice obținute

Nr. Crt.	Parametru analizat		Nr. Pacienți	Pacienți decedați „1”	Pacienți vii „0”	Valoare „p”
1.	Grupe vârstă	40-50 ani	9	4	5	0,2161 NS
		51-60 ani	18	11	7	
		61-70 ani	33	21	8	
		71-80 ani	37	26	11	
		81-90 ani	2	1	1	
		91-100 ani	1	1	0	
2.	IMC	<18,5	5	3	2	0,5907 NS
		18,5-24,99	49	28	21	
		25-29,99	31	23	8	
		30-34,99	9	7	2	
		>=35	6	3	3	
3.	Localizarea tumorii	Cardia	19	14	5	0,0135
		Corp gastric	30	26	4	
		Regiunea antro-pilorică	51	24	27	
4.	Diametrul tumorii	<5 cm	31	13	18	0,0033
		5-10 cm	53	36	17	

EUROINVENT INTERNATIONAL WORKSHOP 2025

		10-15 cm	10	9	1	
		>15 cm	6	6	0	
5.	Tip histologic	Adenocarcinom	80	49	31	0,3300
		Carcinom cu celule în “inel cu pecete”	10	8	2	NS
		Alte tipuri histologice	10	7	3	
6.	Grad histologic	Bine diferențiat	30	15	15	0,2058
		Moderat diferențiat	27	18	9	NS
		Slab diferențiat	43	31	8	
7.	Invazie tumorală	Seroasă	50	36	14	0,0098
		Subseroasă	39	20	19	
		Musculară	11	8	3	
8.	Margine proximală	<=6 cm	63	43	20	0,1634
		>6 cm	37	21	16	NS
9.	Margine distală	<=6 cm	78	49	29	0,6400
		>6 cm	22	15	7	NS
10.	Invazie limfatică	Prezantă	43	26	17	0,8020
		Absentă	57	38	19	NS
11.	Invazie vasculară	Prezentă	58	46	8	0,0001
		Absentă	42	18	24	
12.	T	T1	3	1	2	0,0025
		T2	8	4	4	
		T3	41	25	16	
		T4	48	34	14	
13.	N	N0	25	10	15	0,0001
		N1	27	17	10	
		N2	22	16	6	
		N3	26	21	5	
14.	M	M0	91	57	34	0,1581
		M1	9	7	2	NS
15.	Tipul de operație “Gastrectomie”	Totală	41	31	10	0,0049
		Subtotală	59	33	26	

Tabelul 4. Supraviețuirea pacienților

NR.CRT.	100 PACIENȚI							
	Supraviețuire în funcție de parametrii analizați			6 luni 73p	1 an 53p	2 ani 25p	3 ani 20p	5 ani 9p
1.	Localizarea tumorii	Cardia	19p	63,1%	52,3%	15,7%	10,5%	5,2%
		Corp gastric	30p	70%	43,3%	20%	16,6%	3,33%
		Antru piloric	51p	78,4%	58,8%	31,3%	25,4%	13,7%
2.	Dimensiunea tumorii	<5 cm	31p	77,4%	67,7%	38,7%	32,2%	12,9
		5-10 cm	53p	79,2%	50,9%	20,7%	16%	7,54%
		10-15 cm	10p	30%	30%	10%	10%	10%
		>15 cm	6p	66,6%	33,3%	16,6%	16,6%	0%
3.	Invazie tumorală	Seroasă	50p	66%	46%	8%	8%	2%
		Subseroasă	39p	79,4%	61,5%	43,5%	33,3%	15,3%
		Musculară	11p	81,8%	54,5%	36,3%	27,2%	18,1%
4.	Invazie vasculară	Prezentă	58p	68,9%	46,5%	15,5%	13,7%	5,17%
		Absentă	42p	78,5%	61,9%	38,1%	28,5%	14,2%
5.	TNM	I	9p	100%	88,8%	66,6%	55,5%	44,4%
		II	33p	75,7%	60,6%	42,4%	33,3%	15,1%
		III	49p	67,3%	40,8%	8,1%	6,1%	0%
		IV	9p	66,6%	15,1%	11,1%	11,1%	0%
6.	Gastrectomie	Totală	41p	63,4%	39%	14,6%	12,2%	2,4%
		Subtotală	59p	79,6%	62,7%	32,2%	25,4%	13,5%

p-pacienți

Discuții

Pe baza rezultatelor obtinute se pot formula urmatoarele discutii:

- Cancerul gastric ocupa locul 4 ca și frecvență, dar locul 2 ca și mortalitate. Proportia pacienților diagnosticați cu neoplasm gastric crește odată cu vârsta [35] și acest fapt îl putem observa și în lucrarea mea unde media de vârstă a pacienților diagnosticați este de 66 de ani.

- Arai et al. au efectuat un studiu de tip cohortă, prin care au găsit o corelație între rudele apropiate ale pacienților și predominanța sexului masculin de a dezvolta neoplasm gastric [36]. Și în studiul nostru raportul bărbați/femei este de 2,4:1.

- Liang et al. au raportat că pacienții vârstnici au o predispoziție mai mare a se prezenta cu o tumoră într-un stadiu avansat și o dimensiune crescută [37]. Și în studiul nostru putem observa ca 70% din pacienți prezintă stadiu T avansat (T3 și T4) cu vârstă cuprinsă între 60 și 92 de ani.

- Pisanu et al. au demonstrat că stadializarea TNM este singurul factor de prognostic decisiv care influențează supraviețuirea pacienților vârstnici [38]. Și în studiul nostru se remarcă o supraviețuire de 88,8 % la 1 an respectiv 44,4% la 5 ani pentru stadiul I, o supraviețuire de 60,6% la 1 an respectiv 15,1 % la 5 ani pentru stadiul II, o supraviețuire de 40,8% la 1 an respectiv 0% la 5 ani pentru stadiul III, o supraviețuire de 15,1 la 1 an respectiv 0% la 5 ani pentru stadiul IV.

- În ceea ce privește tratamentul chirurgical, rezecția gastrică cu disecția adecvată a ganglionilor limfatici este cel mai important factor pentru supraviețuirea pe termen lung la pacienții cu cancer gastric [39].

- Multe studii care au analizat rezultatele chirurgicale la pacienții vârstnici cu cancer gastric au descoperit că profunzimea invaziei, a metastazelor limfonodulare și a metastazelor la distanță sunt factori de prognostic independenți [37,40]. În studiul nostru s-a observat că 50% din pacienții cu invazie tumorală la nivelul seroasei prezintă o rată de supraviețuire de 8% la 3 ani respectiv 2% la 5 ani.

- Kim DH et al. [41] afirmă că limfodisecția stației D2 este recomandată ca procedură cheie asociată gastrectomiei, chiar și pentru unii pacienți cu neoplasm gastric în stadiu incipient, cu suspiciune de metastazare limfonodulară [41].

- Studiul Magic a raportat rate mai bune de supraviețuire pentru pacienții care au fost tratați cu chimioterapie perioperatorivă și tratament chirurgical, versus tratament chirurgical solitar [42].

- Lee SE et al. [43] au raportat că incidența morbidității și mortalității postoperatorii în gastrectomia totală este de cel puțin două ori mai mare decât celei subtotale [43]. Pacienții incluși în studiul nostru prezintă o rată de supraviețuire de aproximativ două ori mai mică în gastrectomia totală față de cea subtotală.

- Leticia TG et al. [44] într-un studiu au raportat că un procent de 64,2% din pacienți au prezentat metastaze limfonodulare la momentul diagnosticării [44]. De asemenea în studiul nostru, un procent ridicat de 74% din pacienți au prezentat metastaze limfonodulare.

Concluzii

Pe baza rezultatelor obtinute se pot formula urmatoarele concluzii:

- Cancerul gastric este o patologie cu prognostic rezervat în ciuda tratamentelor oncologice și metodelor chirurgicale avansate.
- Grupa de vârstă cea mai afectată este decada 6-7, iar sexul masculin are o preponderență mai ridicată.
- Proveniența pacienților cu neoplasm gastric a fost mai mare din mediul rural.
- Cea mai frecventă localizare este la nivelul antrului piloric și cea mai puțin frecventă este la nivelul cardiei.
- Tipul de intervenție chirurgicală trebuie adaptat în funcție de localizare, invazie și stadializarea TNM.
- În 65% din cazuri, anastomoza practică după gastrectomie a fost cea de tip “Y a la Roux”.
- Supraviețuirea globală indiferent de parametrul analizat este de 73% la 6 luni, 53% la 1 an, 25% la 2 ani, 20% la 3 ani, 9% la 5 ani .
- Sunt necesare programe de screening (radio-imagistic și endoscopic) la nivel național pentru a reduce incidența și mortalitatea prin cancer gastric.

Referințe bibliografice

- [1] N. Angelescu, **Tratat de patologie chirurgicală**, Ed. Medicală, București, 2003, p. 245.
- [2] T. Ciurea, D. Pascu, C. Stanciu, **Gastroenterologie și hepatologie**, Ed. Medicală, Bucuresti, 2003, p. 224.
- [3] S. Maki, K. Yao, T. Nagahama et al., *Magnifying endoscopy with narrow-band imaing is useful in the differential diagnosis between low-grade adenocarcinoma and early cancer of superficial elevated gastric lessions*, **The International Gastric Cancer Association and the Japanese Gastric Cancer Association**, 16, 2013, pp. 140-146.
- [4] M. Grigorescu, **Tratat de gastroenterologie**, vol II, Ed. Medicală Națională, Bucuresti, 2001, pp. 315-339.

- [5] M. Melissa, A. Jemal, R.A. Smith, *Worldwide Variations in Gastric cancer*, **CA Cancer Journal of Clinic.** **59**, 2009; pp. 366-378. DOI: 10.3322/caac.20038.
- [6] P.L. Williams, R. Warwick, **Gray's Anatomy 36th**, Ed. Chenchill Livingstone, 2003, pp.197-198.
- [7] T. Kimura, S. Tanaka, K. Haruma, K. Sumii, G. Kajiyama, F. Shimamoto, N. Kohno, *Clinical significance of MUC1 and E-cadherin expression, cellular proliferation, and angiogenesis at the deepest invasive portion of colorectal cancer*, **International Journal of Oncology**, **16**(1), 2000, pp. 55-64. DOI: 10.3892/ijo.16.1.55.
- [8] A. Jemal, R. Siengel, E. Ward, et al., *Cancer Statistics*, **CA Cancer Journal of Clinic**, 2008.
- [9] D. Lazăr, M.F. Avram, I. Romoșan et al., *Prognostic significance of tumor immune microenvironment and immunotherapy: Novel insights and future perspectives in gastric cancer*, **World Journal of Gastroenterology**, **24**(32) 2018, pp 3583-3616.
- [10] K.M. Fock, *Review article: The epidemiology and prevention of gastric cancer*, **Alimentary Pharmacology and Therapeutics**, **40**, 2014, pp. 250-260.
- [11] R. Lin, H. Ma, Z. Ding et al., *Bone marrowderived mesenchymal stem cells favor the immunosuppressive T cells skewing in a Helicobacter pylori model of gastric cancer*, **Stem Cells Dev**, **22**, **2013**, pp. 2836-2840.
- [12] D. Mogoș, I. Vasile, **Cancerul gastric**, Ed. AIUS, Craiova 2000, p.169.
- [13] I. Sevestița, A. Săftoiu, T. Ciurea et al., *Predictive parameters for advanced neoplastic gastric cancer - A study in a tertiary medical centre in the South-West region for Romania*, **Romanian Journal Morphology and Embriology**, 2015, pp. 239-339.
- [14] D.A. Lieberman, D.G. Weiss, *Five year surveillance of patients with gastric cancer at screening endoscopy; results from the Va Cooperative Study*, **Gastroenterol**, **126**, 2004, Article Number: A22.
- [15] MD. Taffon Ch., I. Mbiol. Giovannoni, P. Mozetic et al., *Seriate cytology vs molecular analysis of peritoneal washing to improve gastric cancer cells detection*. **Diagn Cztopathol**, 2019

- [16] H.H. Kim, W.L. Hyung, G.S. Cho et al., *Morbidity and mortality of laparoscopic gastrectomy versus open gastrectomy for gastric cancer: An interim report- a phase III multicenter, prospective, randomized Trial (KLASS Trial)*, **Ann Surg.** **251**(3), 2010, pp. 417-420.
- [17] E.C. Smyth, *Gastric cancer: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up*, **Annals of Oncology** **27** (Supplement 5), 2016, pp. v38-v49.
- [18] R. Voiosu, **Etiopatogenia cancerului gastric, in gastro-enterologie si hepatologie** (Editor: Ciurea T, Pașcu O, Stanciu), Ed. Medicală, 2003, pp. 239-248.
- [19] K. Wakatsuki, M. Sho, I. Yamato et al., *Clinical impact tumor infiltrating CD45RO+ memory T cells on human gastric cancer*, **Oncol Rep.** **29**, 2013, pp. 1756-1762.
- [20] S. Weisong, X. Hongqing et al., **Robotic versus laparoscopic gastrectomz for gastric cancer: comparison of short-term surgical outcomes**, Springer Science+Business Media New York, 2015.
- [21] T. Son, W.J. Hzung, *Laparoscopic gastric cancer surgery: Current evidence and future perspectives*, **World Journal of Gastroenterol**, **22**(22), 2016, pp. 727-735.
- [22] D. Longo, A. Fauci, **Harrison Gastroenterologie și Hepatologie**, Ed. a doua, **Adenocarcinomul gastric**, pp. 520-523.
- [23] I.C. Roberts-Thomson, W.J. Butler - *Polymorphism and gastric cancer*, **Journal of Gastroenterology and Hepatology**, 2015, pp. 793-794.
- [24] A. Okines, A. Norman, P. McCloud et al., *Meta-analysis of the REAL-2 and ML17032 trials: evaluating capecitbine-based combination chemotherapy and infused 5-fluorouracil-based combination chemotherapy for the treatment of advanced esophago-gastric cancer*, **Ann Oncology**, 2009, pp. 1529-1534.
- [25] M. Ychou, V. Boige, Pignon et al., *Perioperative chemotherapy copared with surgery alone for resectable gastroesophageal adenocarcinoma: an FNCLCC and FFCD multicenter phase III trial*, **Journal of Clinic Oncology**, **29**(13), 2011, pp. 1715-1721.

- [26] SL. Zhao, JY. Fang, *The role of postoperative adjuvant chemotherapy following curative resection for gastric cancer: a meta-analysis*, **Cancer Invest.** **26**(3), 2008, pp. 317-325.
- [27] C. Kondoh, K. Shitara, M. Nomura et al., *Efficacy of palliative radiotherapy for gastric bleeding in patients with unresectable advanced gastric cancer: a retrospective cohort study*. **BMC Palliat Care**, 2015
- [28] A. Russo, P. Li, V.E. Strong, *Review article: Differences in the multimodal treatment of gastric cancer: East versus west*, **Journal of Surgical Oncology**, 2016.
- [29] V. Valentini, E.P. Jansen, N.C. van Grieken et al., *Survival after radiotherapy in gastric cancer*, systematic review and meta-analysis, **Radiother Oncol**, **92**(2), 2009, pp. 176-183.
- [30] J.H. Yook, ST. Oh, B.S. Kim - *Clinicopathological analysis of Borrmann type IV gastric cancer*, **Cancer Res Treatment**, **37**, 2005, pp. 81-91.
- [31] A. Dupuy, R. Simon - *Critical review of published microarray studies on statistical analysis an reporting*, **Journal of North Cancer Institute**, **99**, 2007, pp. 147-157.
- [32] C. Stanciu, *Cancerul gastric. Epidemiologie clinică. Prevenție*. Ed. Gr.T. Popa, 2003, Iași, p. 243.
- [33] P. Karimi, F. Islami, S. Anandasabapathy et al., *Gastric cancer: Descriptive Epidemiology, Risk Factors, Screening, and Prevention*, **American Association for Cancer Research**, 2014.
- [34] * * *, *National Heart Lung and Blood Institute, Clinical Guidelines on the Identification, Evaluation and Treatment of Overweight and Obesity in Adult*, 1998.
- [35] F. Bray, A. Jemal, N. Grey et al., *Global cancer transitions according to the Human Development Index (2008-2030): A population-based study*, **Lancet Oncol**, **13**, 2012, Article Number: 790.
- [36] T. Arai, Y. Esaki, N. Inoshita et al., *Pathologic characteristics of gastric cancer in the elderly: a retrospective study of 995 surgical patients*, **Gastric Cancer**, **7**, 2004, Article Number: 154.

- [37] YX. Liang, JY. Deng, HH. Guo et al., *Characteristics and prognosis of gastric cancer in patients aged 70 years*, *World J Gastroenterol*, 2013; 19:6568
- [38] A. Pisanu, A. Montisci, S. Piu et al., *Curative surgery for gastric cancer in the elderly: treatment, decisions, surgical morbidity, mortality, prognosis and quality of life*, **Tumori**, **93**, 2007, Article Number: 478.
- [39] T. Hayashi, T. Yoshikawa, T. Aoyama et al., *Severity of complications after gastrectomy in elderly patients with gastric cancer*, **World Journal of Surgery**, **36**, 2012, Article Number: 2139.
- [40] K. Mita, H. Ito, M. Hashimoto et al., *Postoperative complications and survival after gastric cancer surgery in patients older than 80 years of age*, **Journal of Gastrointest Surgery**, **17**, 2013, Article Number: 2067.
- [41] D.H. Kim, M.G. Choi, J.H. Noh et al., *Clinical significance of skip lymph node metastasis in gastric cancer patients*, **European Journal of Surgry Oncology**, **41**, 2015, pp. 339-345.
- [42] A.E. Dassen, V.E. Lemmens, L.V. van de Poll-Franse et al., *Trens in incidence, tratment and survival of gastric adenocarcinoma between 1990 and 2007: A population-based study in the Netherlans*, **European Journal of Cancer**, **46**(6), 2010, pp. 1101-1110.
- [43] S.E. Lee, K.W. Ryu, B.H. Nam et al., *Technical feasibility and safety of laparoscopy-assisted total gastrectomy in gastric cancer: a comparative stugy with laparoscopy-assisted distal gastrectomy*, **Journal of Surgery Oncology**, **100**, 2009, pp. 392-395.
- [44] L.T. Gresta, I.A. Rodrigues-Junior, L.P. de Castro et al., *Assessment of vascular invasion in gastric cancer: A comparative study*, **World Journal of Gastroenterology**, **19**(24), 2013, pp. 3761-3769.

APORTUL MICROSCOPIEI DE FORȚĂ ATOMICĂ ÎN EVALUAREA EFECTELOR IRIGANȚILOR ENDODONTICI

Corina Alexandra CONCITĂ, Mihaela SĂLCEANU, Anca MELIAN,
Cristina ANTOHI, Bianca Andreea ONOFREI, Bogdan Constantin CONCITĂ,
Cristian Levente GIUROIU, Sorin ANDRIAN

Faculty of Dental Medicine, Grigore T. Popa University of Medicine and Pharmacy,
700115 Iasi, Romania

Abstract: *Soluțiile de irigare sunt esențiale pentru curățarea și dezinfectarea canalelor radiculare. Scopul lucrării este de a realiza un studiu comparativ experimental in vitro ce evaluează efectul asocierii acid etilendiaminotertraetic (EDTA) 20% cu hipocloritului de sodiu (NaOCl) 5,25% și a acidului citric (AC) 40% cu NaOCl 5,25% asupra rugozității suprafeței dentinare prin Microscopiei de Forță Atomică (AFM). Au fost incluși 15 dinți monoradiculari extrași au fost împărțiți aleatoriu în trei loturi (n = 5) pentru a fi modelați canalar și au fost irigați astfel: un lot a fost irigat cu NaOCl 5,25%- 5mL și irigat în final cu soluție de EDTA 20%- 5mL timp de 1min; al doilea lot a fost irigat cu NaOCl 5.25% - 5mL și irigat final cu soluție de AC 40% - 5mL - 1min și lotul martor a fost irigat cu ser fiziologic 0.9%- 5 mL. Dinți au fost secționați și pregătiți pentru a putea fi analizați prin analiza AFM, fiind evaluați parametrii rugozității suprafeței dentinare radiculare. Analiza statistica a parametrilor s-a realizat prin testul de semnificație testul F și prin testul ANOVA, apoi s-a efectuat corecție Bonferroni (post-hoc Bonferroni). Analiza parametrilor rugozitatilor a înregistrat valori medii mai mari în lotul tratat cu EDTA 20% + NaOCl 5,25%, față de celelalte două loturi. Asocierea EDTA-ului 20% și a NaOCl, 25% în irigarea sistemului endodontic a determinat o rugozitate mai mare a suprafeței dentinare.*

Cuvinte cheie: *Iriganți; Rugozități; Microscopie de forță atomică*

Introducere

Soluțiile de irigare sunt esențiale pentru curățarea și dezinfectarea canalelor radiculare [1]. În lipsa unui singur irigant ideal, în prezent se utilizează o combinație de iriganti în diverse protocoale, care pe lângă eliminarea completă a SL pot genera alterări în compoziția chimică a dentinei radiculare, fiind astfel, modificată microduritatea, solubilitatea, permeabilitatea și rugozitatea acesteia. Aceste modificări pot influența proprietățile adezive a suprafeței dentinei radiculare, dar pot scădea rezistența rădăcinii la fractură [2]. Asocierea dintre EDTA 20% și NaOCl 5,25% a fost sugerată ca o procedură eficientă de irigare a canalului radicular, dar și ca o combinație ce determină modificări structurale și de suprafață ale dentinei. Aplicarea soluțiilor EDTA și NaOCl în canalul radicular pot produce un aspect erodat al dentinei și mărirea diametrelor orificiilor tubulilor dentinari, acest lucru putând avea o semnificație clinică precum realizarea unei fixări etanșe a adezivului la nivelul dentinei radiculare [3].

Scopul lucrării este de a realiza un studiu comparativ experimental *in vitro* ce evaluează eficacitatea a două soluții finale de irigare precum agenții chelatori EDTA 20% și acidul citric 40 %, în asociere cu NaOCl 5,25% asupra pereților dentinari parietali în 1/3 coronară, 1/3 medie și 1/3 apicală a canalului radicular, analizând rugozitatea suprafeței dentinare prin analiza AFM.

Materiale și metode

Pregătirea probelor

Au fost selectați 15 dinți monoradiculari, indemni, extrași în scop ortodontic sau parodontal, la recomandarea medicilor specialiști. Dinții incluși au fost împărțiți aleatoriu în trei loturi ($n = 5$) pentru a fi modelați prin tehnica crown-down (tehnică de telescopare progresivă) cu ace rotative din Ni-Ti (Orodeka Plx-V 025/04). Acești dinți au fost astfel irigați

- Lot 1. (5) Dinții au fost modelați canalar în asociere cu NaOCl 5,25% - 5mL (CHLORAXID 5.25% - 400mL CERKAMED) și irigare finală cu soluție de EDTA 20%- 5mL (Edetale lichid 20%-20 L) - 1min
- Lot 2. (5) Dinții au fost modelați canalar în asociere cu NaOCl 5.25% - 5mL (CHLORAXID 5.25% - 400mL CERKAMED) și irigare finală cu soluție de AC 40% - 5mL (ACID CITRIC 40% 200mL CERKAMED) - 1min
- Lot 3. (5) - Lot martor- Dinții au fost modelați canalar în asociere cu ser fiziologic- 5 mL (Clorura de sodiu 0.9%)

Acești dinți au fost sectionați transversal de la nivelul jonctiunii amelo-cementare și longitudinal cu răcire sub jet de apă cu un disc diamantat 0,17x22mm (Flexible Double Side, BesQual Daimond Disc, Meta Dental), adaptat la piesa dreapta, la 20000 de rotații pe minut. Cu acest disc diamantat s-a realizat atât sectionarea, cât și finisarea probei, apoi au fost analizați prin microscopie de forță atomică (AFM).

Analiza texturii suprafeței dentinare

Dinții prelucrați au fost analizați pe cele trei zone ale canalului radicular prin analiza AFM (Scanning Probe Microscope Solver Pro-M, NTEGRA Spectra Atomic Force Microscope, NT-MDT, Russia). Pentru acuratetea imaginilor s-a utilizat Nova v.19891, software Solver. Pentru a cuantifica informațiile obținute în urma unor asemenea măsurători, au fost utilizați o serie de parametri, numiți parametri de suprafața 3D: înălțimea maximă a proeminențelor de pe profil(Sz), adâncimea maximă a golurilor de pe profil(Sv), rugozitatea medie (Sa), rugozitatea medie pătratică (Sq), indicele de asimetrie (Ssk) și indicele de aplatizare (Sku). Prin intermediul acestor parametri se poate evidenția rugozitatea, caracterul formațiunilor de pe suprafață, capacitatea de uzură a suprafeței și de retenție a unui fluid (de exemplu a unui lubrifiant), orientarea unor structurări [5].

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 t-Student 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.

Rezultate

Pentru cele 3 loturi de studiu am obținut media valorilor rugozității dentinare radiculare comparative pe cele trei zone: 1/3 coronară, 1/3 medie și 1/3 apicală după îndepărtarea smear-layer-ului, fiind evidențiați o serie de parametri tridimensionali: Rugozitatea medie (Sa), Rugozitatea medie pătratică (Sq), Indicele de asimetrie (Ssk) (coeficientul de asimetrie), Indicele de aplatizare (Sku), Peak-to-peak, (Sy,) Ten point height, (Sz).(Tabel 1)

Tabel 1. Media valorilor rugozității dentinare radiculare comparative pe cele 3 loturi de studiu

Parametri de rugozitate	Lot AC40%+Na OCl (n = 5)	Lot EDTA20%+ NaOCL (n = 5)	Lot ser fiziologic (n = 5)
1/3 coronara			
Sy [nm]	990,11±10,50	1563,48±437,17 ^{b)}	550,63±420,94 ^{c) a)}
Sz [nm]	494±5,0	781,97±218,33 ^{b)}	275,92±212,38 ^{c) a)}
Sa [nm]	150±2,0	185,32±82,37 ^{c)}	77,75±80,48 ^{c) c)}
Sq [nm]	191,12±12,2	232,27±95,39 ^{c)}	97,53±96,17 ^{c) b)}
Ssk	-0,7390±0,365	-0,0407±0,111 ^{a)}	-0,0187±0,187 ^{a) c)}
Sku	-0,051±0	0,2746±0,765 ^{c)}	0,5231±0,996 ^{c) c)}
1/3 medie			
Sy [nm]	990,15±121,37	1203,75±466,90 ^{b)}	396,26±342,96 ^{b) a)}
Sz [nm]	494,07±33,17	594,59±466,90 ^{c)}	197,37±171,21 ^{b) a)}
Sa [nm]	149,94±12,0	126,33±55,98 ^{c)}	51,12±50,50 ^{b) b)}
Sq [nm]	191,08±10,0	158,10±68,21 ^{c)}	62,95±66,53 ^{a) b)}
Ssk	-0,7383±0,868	-0,1118±0,161 ^{a)}	-0,1639±0,181 ^{a) c)}
Sku	-0,0502±0,26	0,1683±0,423 ^{c)}	0,3019±0,789 ^{c) c)}
1/3 apicala			
Sy [nm]	990,14±135,08	1684,53±315,26 ^{a)}	559,27±229,82 ^{b) a)}
Sz [nm]	494,07±33,17	857,92±178,54 ^{b)}	279,74±115,02 ^{b) a)}
Sa [nm]	52,18±9,16 ^{a) a)}	179,23±27,60 ^{b)}	52,18±9,16 ^{a) a)}
Sq [nm]	191,08±10,0	226,81±31,81 ^{b)}	68,44±13,48 ^{a) a)}
Ssk	-0,7390±0,588	0,2826±0,307 ^{a)}	-0,0309±0,172 ^{a) c)}
Sku	-0,0503±0,30	0,2931±0,751 ^{c)}	1,100±0,815 ^{b) c)}

a) p<0,001

b) p<0,05c) p>0,05

Cel mai mare nivel mediu al rugozității medii (R_a) s-a înregistrat la grupul tratat cu EDTA20%+ NaOCl 5,25% (între 126,33±55,98nm și 185,32±82,37nm), urmând apoi lotul tratat cu AC40%+NaOCl(150±2,0 nm) și lotul martor (între 51,12±50,50 și 77,75±80,48nm). În zona coronară în lotul tratat cu EDTA20%+ NaOCl 5,25, nivelul mediu al R_a a înregistrat valoarea cea mai mare (185,32±82,37), urmând cel din lotul tratat cu AC40%+NaOCl(150±2,0 nm) diferențele nefiind semnificativ statistic. ($p>0,05$).

Rugozitatea medie pătratică (S_q) a înregistrat cel mai mare nivel mediu tot în grupul tratat cu EDTA20%+ NaOCl 5,25% între 158,10±68,21 și 232,27±95,39), apoi lotul tratat cu AC40%+NaOCl 5,25% (191,08±10,0) și lotul martor (între 62,95±66,53 și 97,53±96,17°). De asemenea au fost înregistrate valori medii crescute în zona coronară în lotul tratat cu EDTA20% + NaOCl5,25% (232,27±95,39) și AC40%+NaOCl5,25% (191,08±10,0,) diferența nesemnificativ din punct de vedere statistic ($p>0,05$).

Nivelul mediu al peak-to-peak (S_y) a fost mai mare în lotul tratat cu EDTA20%+ NaOCl5,25% (între 1203,75±466,90nm și 1684,53±315,26nm), apoi în lotul tratat cu AC40%+NaOCl 5,25% (990,11±10,50), iar în lotul martor (între 396,26±342,96nm și 559,27±229,82nm) au avut valorile medii cele mai mici. Au fost diferențe semnificativ statistice între valorile din grupul tratat cu EDTA20%+ NaOCl5,25% și lotul martor ($p<0,001$).

Nivelul mediu al ten point height (S_z) a fost semnificativ mai crescut la grupul tratat cu EDTA20%+ NaOCl5,25 (între 594,59±466,90 și 857,92±178,54) față de lotul martor (între 197,37±171,21 și 279,74±115,02) în toate cele trei zone ($p<0,001$).

Indicele mediu de asimetrie (S_{sk}) a înregistrat valori negative apropiate de 0 în toate cele 3 loturi, în zona coronară și medie, iar în lotul tratat cu EDTA 20% cu NaOCl 5,25% în zona apicală s-a înregistrat o valoare pozitivă, spre deosebire de lotul martor, dar nesemnificativ statistic. Indicele de aplatizare (S_{ku}) a avut valoare < 3 în toate cele trei loturi, în toate cele regiuni.

În lotul tratat cu EDTA 20%+NaOCl 5,25%, valorile medii cele mai mari ale parametrilor rugozității (Sy,Sz,Sa, Sq) au fost înregistrate în zona coronară a canalului dentinar. În 1/3 medie , cea mai mare valoare medie Sy, Sz la grupul EDTA 20%+NaOCl 5,25% , iar Sa și Sq în lotul tratat cu AC40%+NaOCl. În 1/3 apicală a canalului radicular cea mai mare valoare medie a Sy, Sz, Sa, Sq se înregistrează la grupul tratat cu EDTA 20%+NaOCl 5,25%. Cele mai mici valori medii ale parametrilor rugozităților (Sy, Sz, Sa, Sq) se înregistrează la lotul tratat cu ser fiziologic în toate cele 3 arii.

Discuții

Instrumentarea endodontică manuală, rotativă sau mixtă, determină formarea de detritusuri organice sau anorganice ce vor alcătui un țesut amorf numit smear-layer, prezența acestuia împiedicând pătrunderea iriganților, a medicamentelor intracanalare și a sigilanților endodontici la nivelul tubulilor dentinari [6]. Pentru prepararea mecano-chimică se utilizează NaOCl la diferite concentrații, EDTA-ului 20%, (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23524430/>) AC40% atât izolat, cât și în combinații în diverse protocoale obținându-se îndepărtarea stratului de smear [7]. EDTA-ul îndepărtează porțiunea mineralizată a acestuia prin legarea unui singur calciu, ionii prezenți în cristalele de hidroxiapatită ale dentinei. Astfel, clătirile succesive cu NaOCl și EDTA sunt preferate pentru o reducere mai eficientă a încărcăturii bacteriene [8]. În ciuda calităților lor favorabile, s-a dovedit că irigațiile endodontice provoacă modificări în compoziția chimică a dentinei, care sunt dependente de timp și concentrație. Modificarea raportului Ca/P afectează proporția inițială de componente organice față de anorganice. Acest lucru determină o scădere semnificativă a microdurității și elasticității dentinei și o creștere a permeabilității, solubilității și rugozității suprafeței acesteia [2]. Astfel, în studiul nostru, Rugozitatea medie pătratică (Sq) a înregistrat cel mai mare nivel mediu tot în grupul tratat cu EDTA 20%+ NaOCl 5,25% (între $158,10 \pm 68,21$ și $232,27 \pm 95,39$) urmând apoi lotul tratat cu AC40%+NaOCl 5,25%v($191,08 \pm 10,0$) și lotul martor (între $62,95 \pm 66,53$ și $97,53 \pm 96,17^\circ$). De asemenea au fost înregistrate valori medii crescute în

zona coronară pentru lotul tratat cu EDTA20%+ NaOCl 5,25%(232,27±95,39) și AC40%+NaOCl 5,25% (191,08±10,0,) diferența nesemnificativ din punct de vedere statistic($p>0,05$).

Tsenova-Ilieva and colab. au efectuat un studiu cu AFM asupra efectului diferitelor regimuri de irigare asupra rugozității suprafeței dentinei canalului radicular uman și au concluzionat că toți iriganții testați au crescut rugozitatea dentinei canalului radicular, iar efectul a fost dependent de timp și concentrație [2]. În studiul nostru am utilizat ca agenți chelatori EDTA 20% în asociere cu NaOCl 5,25% și AC 40% cu NaOCl 5,25% timp de 1 minut pentru a evalua rugozitățile de la nivelul suprafeței dentinare radiculare cu ajutorul AFM-ului. Timpul de expunere a dentinei la fiecare soluție de irigare a fost menținut la 1 minut scopul fiind ca agenții iriganți să înmoaie pereții dentinari, permițând astfel pregătirea biomecanică mai rapidă a canalelor radiculare și să ajute la deschiderea tubulilor dentinari calcificați sau obliterateți.

Cu toate acestea, suprafețele neuniforme ar putea promova colonizarea bacteriană și formarea de biofilm [2]. De la invenția sa de către Binning și colab. în 1986, AFM a evoluat într-unul dintre cele mai utilizate instrumente de imagistică în diverse domenii științifice. AFM permite maparea topografiei eșantionului prin urmărirea unui câmp de forță atomică pe o suprafață de către sonde nedistructive. Ca rezultat, se obține o imagine tridimensională topografică detaliată a suprafeței unui obiect cu rezoluție verticală și laterală în cadrul scării nanometrice [8]. În ceea ce privește analiza parametrilor tridimensionali ai rugozităților de pe suprafața dentinară obținuți prin analiza AFM, în literatura de specialitate se specifică faptul că, cel mai utilizat parametru este S_a (rugozitatea medie) nu pentru că ar fi cel mai sigur ci pentru că este cel mai cunoscut parametru și cu valoare istorică [9]. În studiul nostru valoarea medie cea mai mare a S_a a fost întâlnită în grupul tratat cu EDTA 20% asociat cu NaOCl 5,25%, apoi grupul tratat cu AC 40% cu NaOCl 5,25%, ceea ce semnifică faptul că ambii iriganți cresc rugozitatea la nivelul suprafeței dentinare. Un alt parametru important care este în concordanță cu S_a este rugozitatea medie patratică (S_q) care înregistrează valorile medii cele mai crescute în zona coronară pentru grupul tratat cu EDTA 20% asociat cu NaOCl 5,25% apoi zona coronară din lotul tratat cu AC 40% cu NaOCl 5,25% între valori

nefiind diferențe semnificative din punct de vedere statistic. Pentru a realiza o analiza cât mai complexă a rugozităților și pentru a diminua erorile de interpretare a celor doi parametri ai rugozității S_a și S_q , am mai analizat și alți parametri tridimensionali ai rugozității suprafețelor: S_y , S_z , S_{sk} , S_{ku} . Astfel, S_y și S_z au înregistrat valorile medii cele mai mari în grupul tratat cu EDTA 20% asociat cu NaOCl 5,25%, diferența față de lotul martor fiind semnificativ statistică ($p < 0,001$). S_{sk} - indicele mediu de simetrie înregistrând valori negative apropiate de 0, semnifică o simetrie a rugozității (atâtea vârfuri cât și vai). O valoare pozitivă s-a înregistrat în zona apicală din lotul cu EDTA 20% cu NaOCl 5,25% față de lotul mediu, diferența fiind semnificativ statistică ($p < 0,001$), ceea ce semnifică mai multe vârfuri decât văi. Indicele de aplatizare (S_{ku}) a avut o valoare < 3 în toate cele trei loturi, în toate cele regiuni: ceea ce semnifică puține vârfuri și puține adâncituri neobșnuite. S_a , S_q , S_y și S_z au avut valori medii semnificativ crescute în grupul tratat cu EDTA 20% asociat cu NaOCl 5,25% (mai ales în zona coronară și apicală), valori medii în grupul tratat cu AC 40% cu NaOCl 5,25% și cele mai mici valori în lotul martor, ceea ce semnifică faptul că, cele mai mari rugozități sunt produse de EDTA 20% cu NaOCl 5,25%.

Rugozitățile determinate de irigații endodontice au implicații clinice atât în ceea ce privește fixarea cât mai etanșă a sigilantului în tubulii dentinari, dar și asupra microdurității dentinare, riscând apariția fracturii radiculare verticale [6]. Rezultatele studiului nostru sunt concordanță cu datele din literatura de specialitate în ceea ce privește producerea de rugozități cu creșterea concomitentă a valorilor medii a celor mai importanți parametri ai rugozității dentare: S_a , S_q , S_y , S_z . Indicele de asimetrie (S_{sk}) și Indicele de aplatizare (S_{ku}), au o semnificație mai complexă și necesită studii mai aprofundate în timp ce S_a , care este măsura rugozității profilului cel mai frecvent raportată în literatura de specialitate, oferă informații incomplete sau insuficiente despre natura caracteristicilor suprafeței zonei studiate [9]. Analiza AFM poate fi asociată cu SEM și EDX pentru a obține un surplus de informație în ceea ce privește atât alterarea suprafeței dentinare, cât și a compoziției chimice a dentinei sub acțiunea EDTA 20% și NaOCl 5,25% și a AC 40% cu NaOCl 5,25% [10].

Concluzii

Utilizarea EDTA –ului 20% și a NaOCl 5,25% în irigarea sistemului endodontic este mai eficientă spre deosebire de AC 40% în asociere cu NaOCl 5,25%. Totodată, acest protocol de irigare a determinat și o rugozitate mai mare a suprafeței dentinare ce are ca implicație clinică o aderență mult mai bună a adezivului la nivelul tubulilor dentinari, dar și o scădere a microdurității dentinei radiculare.

Referințe bibliografice

- [1] M. Barón, C. Llena, L. Forner, M. Palomares, C. González-García, M. Salmerón-Sánchez, *Nanostructural changes in dentine caused by endodontic irrigants*, **Medicina Oral Patologia Oral Y Cirurgia Bucal**, **18**(4), 2013, pp. E733-E766. DOI10.4317/medoral.18713.
- [2] I. Tsenova-Ilieva, E. Karova, *Effect of Endodontic Irrigants on Root Dentin Microhardness: A Systematic Review*, **International Journal of Science and Research**, **9**(4), 2020, pp. 491-296. DOI: 10.21275/SR20406125440.
- [3] S. Elbahary, S. Haj-Yahya, M. Khawalid, I. Tsisis, E. Rosen, W. Habashi, A. Pokhojaev, R. Sarig, *Effects of different irrigation protocols on dentin surfaces as revealed through quantitative 3D surface texture analysis*, **Scientific Report**, **10**(1), 2020, Article Number: 22073. DOI10.1038/s41598-020-79003-9.
- [4] L. Huang, X. Zhang J. Shao, Z. Zhou, Y. Chen, X. Hu, *Nanoscale chemical and mechanical heterogeneity of human dentin characterized by AFM-IR and bimodal AFM*, **Journal of Advanced Research**, **22**, 2019, pp. 163-171. DOI; 10.1016/j.jare.2019.12.004.
- [5] E.S. Gadelmawlaa, M.M. Kourab, T.M.A. Maksoucf, I.M. Elewaa, H.H. Solimand, *Roughness parameters*, **Journal of Materials Processing Technology**, **123**(1), 2002, pp. 133- 145. Article Number: PII S0924-0136(02)00060-2 DOI: 10.1016/S0924-0136(02)00060-2.
- [6] M.S. Abzal, M. Rathakrishnan, V. Prakash, P. Vivekanandhan, A. Subbiya, V.G. Sukumaran, *Evaluation of surface roughness of three*

- different composite resins with three different polishing systems*, **Journal of Conservative Dentistry**, **19**(2), 2016, pp. 171-174. DOI: 10.4103/0972-0707.178703.
- [7] R. Machado, L.D.F.R. Garcia, U.X. da Silva Neto, A.M.D. Cruz Filho, R.G. Silva, L.P. Vansan, *Evaluation of 17% EDTA and 10% citric acid in smear layer removal and tubular dentin sealer penetration*, **Microscopy Research and Technique**, **81**(3), 2018 pp. 275-282. DOI: 10.1002/jemt.22976.
- [8] X. Hu, J. Ling, Y. Gao, *Effects of irrigation solutions on dentin wettability and roughness*, **Journal of Endododics**, **36**(6), 2010, pp. 1064-1067. DOI: 10.1016/j.joen.2010.03.007.
- [9] F Öztekin, *The effects of different irrigation agents on root canal dentine*, **Internationala Dental Research**, **9**(1), 2019. DOI: [10.5577/intdentres.2019](https://doi.org/10.5577/intdentres.2019).
- [10] S.P. Mathew, V.S. Pai, G. Usha, P.R. Nadig, *Comparative evaluation of smear layer removal by chitosan and ethylenediaminetetraacetic acid when used as irrigant and its effect on root dentine: An in vitro atomic force microscopic and energy-dispersive X-ray analysis*, **Journal of Conservative Dentistry**, **20**(4), 2017, pp. 245-250. DOI: 10.4103/JCD.JCD_269_16.

CERCETAREA COMPORTĂRII OȚELULUI DE DAMASC LA SOLICITĂRI STATICE

Carmen-Penelopi PAPADATU¹, Dragoș-Bogdan OBREJA¹,
Ionut-Cristian ADAM-PAPADATU¹, Ioan Gabriel SANDU^{2,3}

¹Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați, Facultatea de Inginerie,
Departamentul Inginerie Mecanică, str. Domnească 111, Galați, România

²Gheorghe Asachi Technical University of Iași, Faculty of Materials Science and Engineering,
41 Mangeron, Blvd., 700050 Iasi, Romania,

³Romanian Inventors Forum, 3 Sf. Petru Movila St., 700089 Iasi, Romania

Abstract. Studiul oțelului de Damasc a oferit ocazia de a observa în detaliu și de a realiza procesul laborios de fabricare a acestui material. Este un procedeu complex care presupune forjarea liberă a plăcuțelor din două tipuri de oțel - intercalate obținând „sudarea” acestor straturi de oțel pentru a obține un produs finit, un cuțit deosebit de rezistent la solicitări și cu duritate mare. Pentru realizarea acestei cercetări au fost selectate două tipuri de oțel: AISI 1095 și 15N20. În cadrul acestui studiu a fost construit un cuptor funcțional, capabil să contribuie prin încălzirea probelor la procesul de forjare la cald a acestor două materiale diferite. Prin aplicarea unui proces complex de încălzire și forjare și apoi repetarea acestui proces, straturile de oțel au fost sudate între ele, rezultând un material extrem de rezistent cu un aspect estetic unic: oțelul de Damasc. Prelucrarea probelor și testele de laborator au fost efectuate pe probe din oțelul Damasc obținut în laborator, respectând riguros rețeta din literatura de specialitate studiată, pentru a evalua proprietățile mecanice ale acestuia, inclusiv prelucrarea rezultatelor folosind Autodesk Inventor Professional 2023.

Cuvinte cheie: Oțelul de Damasc; Tratatament; Proprietăți mecanice; Simulare

Introducere

Primele cuțite au fost realizate din piatră și os, fiind utilizate în epoca paleolitică. În timp, s-au dezvoltat tehnici avansate de prelucrare a metalelor, iar cuțitele au început să fie realizate din bronz și apoi din aliaje de fier. În Evul Mediu, cuțitele au devenit un simbol al puterii și al statutului social, fiind ornate cu pietre prețioase.

O serie de cărți și cercetări [1-6] din literatura de specialitate referitoare la săbiile străvechi și la rezistența acestora, au pornit din legende celebre referitoare la caracteristicile mecanice deosebite ale oțelului original de Damasc [7-10].

Oțelul de Damasc a fost numit după Capitala Siriei. O anumită versiune a oțelului de Damasc a fost produsă secole în urmă, peste tot, din Indonezia până în Orientul Mijlociu. Dar formula pentru oțelul (Wootz) de Damasc s-a pierdut în istorie, deoarece acest tip de oțel a fost produs până în secolul al VI-lea [1]. Primele mențiuni despre oțelul de Damasc sunt înregistrate în jurul anului 300 î.Hr. (numit inițial „wootz”) [2].

Studiul acestui tip de oțel poate ajuta la dezvoltarea unor noi tehnologii și materiale pentru producția de cuțite și nu numai, astfel încât acestea să fie mult mai durabile. De exemplu, în anul 2006, o echipă de cercetători din Germania a publicat un raport despre faptul că într-o lamă de oțel forjat de Damasc s-au găsit nanotuburi de carbon [11].

În plus, înțelegerea diferențelor dintre diversele tipuri de oțeluri utilizate în producția cuțitelor poate ajuta atât producătorii cât și consumatorii să ia decizii informate cu privire la achiziționarea sau fabricarea cuțitelor potrivite pentru utilizarea lor specifică, casnică sau industrială.

Cercetarea s-a bazat pe realizarea unui cuțit din oțel Damasc, iar lama cuțitului a fost studiată la încercări statice, folosind metoda elementelor finite, cu Autodesk Inventor Professional 2023.

Materiale și metode

Materialul experimental a fost oțelul de Damasc (cu 30 de straturi) compus dintr-un oțel dur cu un conținut mai mare de carbon de 0,9-1 % C (AISI 1095) și unul cu un conținut mai scăzut de carbon, respectiv 0,75

%C (15N20), caracteristicile materialelor fiind prezentate în lucrarea [12] publicată în volumul Workshop Euroinvent 2024 și în lucrările [8, 10].

În procesul experimental de preparare a mostrelor (oțelul de Damasc), au fost utilizate oțelurile menționate anterior, obținându-se un oțel de Damasc cu 30 de straturi (ca un pachet) prin forjare liberă la cald, rezultând o „sudură” a straturilor.

Plăcile de oțel AISI 1095 și 15N20 aveau dimensiunile 2x40x1000mm. Pentru îndepărtarea straturilor de oxid și impurități, s-a utilizat o mașină de șlefuit cu bandă (acest tratament asigură eliminarea erorilor nedorite în aspectul final). Produsele semifabricate au fost tăiate în bucăți de 100 mm și curățate cu un agent degresant (Fig. 1) [8].



Fig. 1. Probe cu lungimea de 100mm. (fotografie din atelierul de lucru)

În figura 2 este prezentată forma finală a lamei cuțitului obținut, care are modelul specific oțelului de Damasc: „valuri” diferit colorate [9].



Fig. 2. Model special care apare pe lama cuțitului din oțel de Damasc

După realizarea pachetului [8, 10] procedura a fost următoarea:

1. Încălzirea la o temperatură de aproximativ 800°C;
2. Presărare cu borax – $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ (agent care ajută la creșterea temperaturii și dizolvă oxizii nedoriti de la suprafața pachetului);
3. Încălzirea la o temperatură de 1100-1200°C;
4. Forjarea (implică forjarea manuală, cât și folosirea presei hidraulice).

Șlefuirea stratului oxidat și imersiune în acid clorhidric pentru vizibilitatea modelului.

Forma finală a cuțitului a fost realizată folosind un polizor unghiular.

Prelucrarea rezultatelor utilizând Autodesk Inventor Professional 2023

Se prezintă o selecție dintr-un studiu cuprinzător cu elemente finite efectuat asupra lamei de cuțit din oțel de Damasc folosind capacitățile avansate ale Autodesk Inventor Professional 2023.

Obiectivul acestui studiu a fost analiza comportamentului structural și a performanței lamei sub diverse condiții de încărcare. Studiul cuprinde evaluarea tensiunii/stresului Von Mises și a deplasării pentru a obține informații despre răspunsul lamei la sarcinile aplicate.

Analiza cu elemente finite a relevat rezultate semnificative privind distribuția tensiunii pe lama de cuțit. Tensiunea Von Mises a fost determinată la 1,77584MPa, indicând magnitudinea stresului maxim experimentat de lamă. Această valoare, sub limita de curgere a materialului, sugerează că lama poate suporta încărcările aplicate fără risc de deformare.

În plus, analiza a evidențiat o deplasare de 0,0000261297mm, considerată insignifiantă (Figurile 3 și 4) [8].

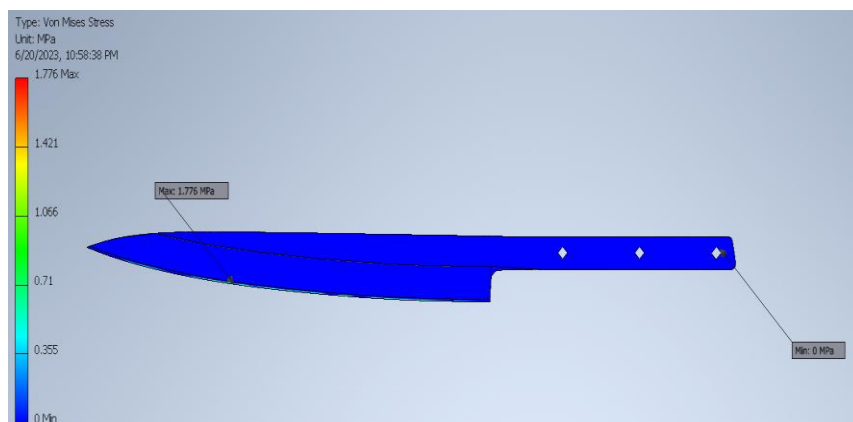


Fig. 3. Tensiunea Von Mises [8]

Această deplasare semnifică deformarea minimă a lamei sub sarcinile date, evidențiind rigiditatea excelentă și stabilitatea dimensională a acesteia. Deplasarea neglijabilă subliniază, de asemenea, capacitatea lamei de a-și menține forma și performanța chiar și în timpul sarcinilor solicitante de tăiere.

Studiul a fost efectuat pe întreaga lungime a lamei, măsurând 350mm, pentru a captura comportamentul general și distribuția stresului

în mod precis. Această analiză cuprinzătoare permite o înțelegere holistică a modului în care lama răspunde la diverse scenarii de încărcare pe întreaga sa lungime.

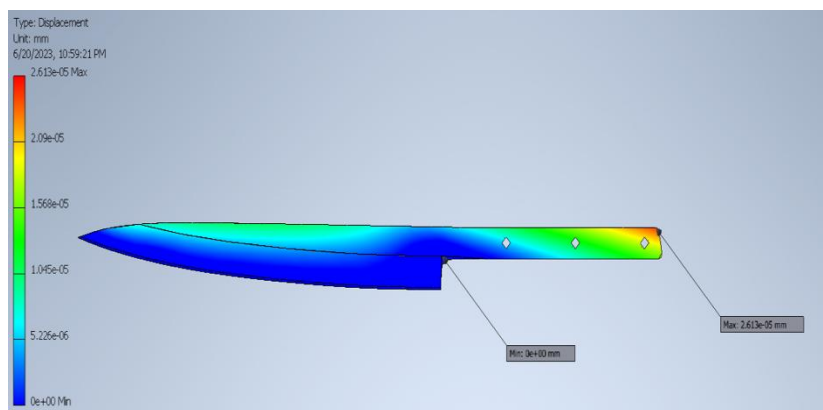


Fig. 4. Deplasări înregistrate la o solicitare de 20N [8]

Încărcările considerate în acest studiu includ o presiune de 0,023MPa și un cuplu de 0,09N/mm (Fig. 5) [8]. Aceste încărcări simulează condiții reale de utilizare și ajută la evaluarea performanței lamei în scenarii obișnuite de utilizare.

Prin utilizarea Autodesk Inventor Professional 2023, acest studiu cu elemente finite oferă informații valoroase privind analiza structurală a lamelor de cuțit. Prin evaluarea stresului Von Mises, deplasării și luând în considerare încărcările aplicate, inginerii și designerii pot lua decizii informate pentru optimizarea designului lamei, îmbunătățirea durabilității acesteia și asigurarea unei performanțe fiabile de tăiere.

S-a considerat lama cuțitului ca fiind o bară dreaptă, pentru a investiga mai în detaliu comportamentul structural al lamei de cuțit (Fig. 6). Această analiză oferă informații valoroase despre răspunsul lamei la încărcări aplicate și stabilitatea sa globală [8, 10].

Material(s)

Name	1095	
General	Mass Density	7.85 g/cm ³
	Yield Strength	525 MPa
	Ultimate Tensile Strength	685 MPa
Stress	Young's Modulus	200 GPa
	Poisson's Ratio	0 ul
	Shear Modulus	100 GPa
Part Name(s)	Lama.ipt	

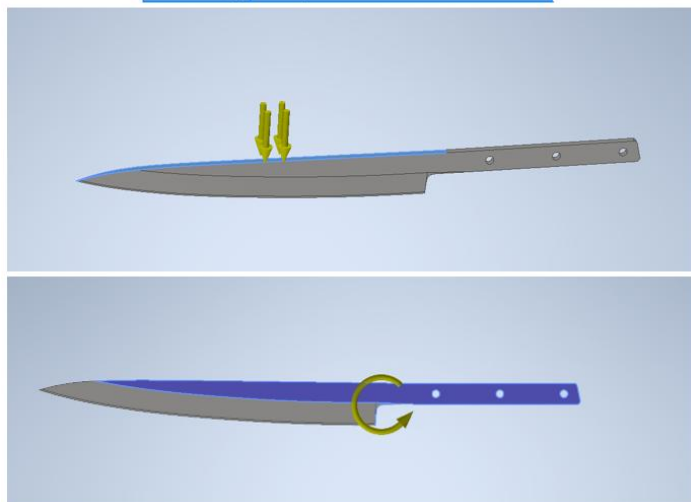


Fig. 5. Comportarea materialului și amplasarea încercărilor

Utilizând aceleași date și Autodesk Inventor Professional 2023, analiza a scos la iveală constatări importante legate de integritatea structurală a lamei. Tensiunea maximă normală σ a fost determinat la 2,554MPa, indicând nivelul maxim de stres experimentat de structura cadrului lamei. Această informație permite o evaluare amănunțită a capacității lamei de a suporta încărcările aplicate.

În plus, analiza cadrului a luat în considerare un cuplu de încovoiere de 544N·mm. Acest cuplu de încovoiere reprezintă forța de torsiune aplicată lamei, care poate induce momente de încovoiere. Evaluând răspunsul lamei, analiza oferă informații cu privire la rezistența

lamei la forțele de îndoire și torsiune, consolidând astfel stabilitatea și performanța acesteia.

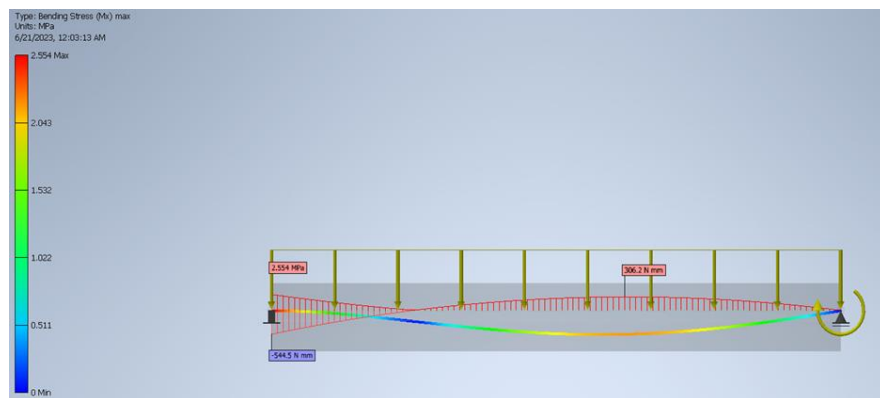


Fig. 6. Exemplu de analiză statică nedeterminată [8]

Combinarea rezultatelor din ambele studii, analiza cu elemente finite și a calculului static nedeterminat, oferă o înțelegere cuprinzătoare a comportamentului structural al lamei de cuțit în diverse scenarii de încărcare.

Concluzie

S-a realizat o probă din oțel de Damasc în condiții de laborator, prin combinarea a două diferite oțeluri cu un conținut relativ ridicat de carbon. Acestea sunt încălzite împreună, sudate prin forjare liberă și îndoit în mod repetat, rezultând un model specific de striatii și puncte caracteristice.

S-au efectuat studii suplimentare, cum ar fi analiza cu elemente finite și rezistența materialelor, pentru a înțelege și evalua comportamentul oțelului de Damasc în diverse scenarii și încărcări.

Folosind Autodesk Inventor Professional 2023, s-a fost stabilit modelarea și analiza tensiunilor von Mises și altele.

Rezultate detaliate au fost publicate în lucrări menționate mai sus [8-10].

Referințe bibliografice

- [1] J.D. Verhoeven, *The mystery of Damascus blades*, **Scientific American**, **284**, 2001, Article Number: 74.
- [2] C. Panseri, *Damascus steel in legend and in reality*, **Gladius**, **IV**, 1965, pp. 5-66.
- [3] C.S. Smith, **A History of Metallography**, The MIT Press, Cambridge, Mass., 1988.
- [4] M. Sachse, **Damaszener Stahl: Mythos, Geschichte, Technik, Anwendung. – Buch gebraucht kaufen**, Verlag Stahleisen, Düsseldorf, Germany, 1993.
- [5] J. Wadsworth, O.D. Sherby, *On the Bulat—Damascus Steels Revisited*, **Progress in Materials Science**, **25**, 1980, Article Number: 35.
- [6] N.T. Belaiew, *Damascene Steel*, **Journal of Iron Steel Institute**, **97**, 1918, pp. 417- 437.
- [7] J. Perttula, *Reproduced wootz Damascus steel*, **Scandinavian Journal of Metallurgy**, **30**(2), 2001, pp. 65- 68.
- [8] C.P. Papadatu, D.B. Obreja, I.C. Adam-Papadatu, I.G. Sandu, *Learning from the past: The reconstruction of the original Damascus Steel. Experimental Study*, **International Journal of Conservation Science**, **14**(3), 2023, pp. 871-886. DOI: 10.36868/IJCS.2023.03.07.
- [9] C.P. Papadatu, D.B. Obreja, I.C. Adam-Papadatu, I.G. Sandu, *Graphic Modelling and Equipment used in the Reconstruction of the Original Damascus Steel*, **International Journal of Conservation Science**, **15**(2), 2024, pp. 979-992. DOI: 10.36868/IJCS.2024.02.15.
- [10] C.P. Papadatu, D.B. Obreja, I.C. Adam-Papadatu, I.G. Sandu, *Research on Testing a Genuine Damascus Steel. A Case Study*, **International Journal of Conservation Science**, **14**(4), 2023, pp.1367-1380. DOI: 10.36868/IJCS.2023.04.07.
- [11] M. Reibold; P. Paufler; A. Levin; W. Kochmann; N. Pätzke; D.C. Meyer, *Materials: Carbon nanotubes in an ancient Damascus sabre*, **Nature**, **444**(7117), 2006, Article Number: 286. [doi:10.1038/444286a](https://doi.org/10.1038/444286a), 2006.
- [12] C.P. Papadatu, D.B. Obreja, I.C. Adam-Papadatu, I.G. Sandu, *Cercetări privind elaborarea oțelului de Damasc original. Studiu de*

caz, **EUROINVENT International Workshop 2024**, ISSN 2668-3229, pp. 345-354.

- [13] K. Von Harnecker, *Contribution to the question of the Damascus steel*, **Stahl und Eisen**, **44**, 1924, pp. 1409-1411.
- [14] J.D. Verhoeven, H.H. Baker, D.T. Peterson, H.F. Clark, W.M. Yater, *Damascus steel, part III: The Wadsworth-Sherby mechanism*, **Materials Characterization**, **24**, 1990, p.205.
- [15] J. Wadsworth, *Archeometallurgy related to swords*, **Materials Characterization**, **99**, 2015, pp. 1-7.
- [16] A.A. Levin, *Sabre*, **Crystal Research and Technology**, **40**(9), 2005, pp. 905 – 916.
- [17] A. Židzik, Z. Mitaľová, F. Botko, V. Simkulet, D Botková, D. Mitaľ, *Evaluation of Mechanical Properties of Damascus Steel*, **TEM Journal**, **10**(4), 2021, pp. 1616-1620. DOI: 10.18421/TEM104-17,
- [18] J.D. Verhoeven, A. H. Pendray, E.D. Gibson, *Wootz Damascus steel blades*, **Materials Characterization**, **37**, 1996, pp. 9-22.

SFÂNTUL IOAN CASSIAN, MĂRTURISITOR ȘI APĂRĂTOR AL UNITĂȚII DE CREDINȚĂ

Daniel ENEA ^{1, 2}

¹ Lect. Univ. Dr., Facultatea de Litere, Istorie, Filosofie și Teologie, Universitatea de Vest din Timișoara.

² Preot la Catedrala Nașterea Maicii Domnului și Sfântul Ierarh Nicolae Moinești.

Abstract: *St. John Cassian, was a great prestige theologian of his time, who served both the Eastern and Western Church, from which he came, as well as the West, since he lived for a while in Rome, then in southern Gaul in Marseilles. His contribution to organizing monastic life in the West (Gaul and Spain) has been unanimously recognized; the richness and beauty of his writings of patristic essence are equally appreciated by the West and the East, and the holiness of his life, no one has disputed it over time.*

Keywords: *holy, faith, defender, orthodox, monasticism*

Introducere

Sfântul Ioan Cassian, a fost teolog de mare prestigiu al timpului său, care a slujit deopotrivă Biserica de Răsărit, din care provenea, dar și cea de Apus, din moment ce a trăit un timp la Roma, apoi în sudul Galiei la Marsilia. Contribuția sa la organizarea vieții monahale din Apus (Galia și Spania) a fost unanim recunoscută; bogăția și frumusețea scrierilor sale, de esență patristică, sunt deopotrivă apreciate de Apus și Răsărit, iar sfințenia vieții sale, nimeni nu a contestat-o, în decursul timpului.

Aspra smerenie călugărească a Sfântului Ioan Cassian l-a oprit de a da vreo știre despre sine în cele mai bine de o mie de pagini scrise de el. Socotind că rostul omului pe pământ este să cunoască și să îndeplinească voia lui Dumnezeu, el l-a închinat întreaga sa făptură, înveșmântându-se astfel în podoabele unei smerenii desăvârșite [1]. Biograful său, preotul Ghenadie din Marsilia, scria despre el că era „scit de neam”, deci din

provincia Scythia Minor, pe care o prezenta el însuși „patria” sa; *Ne apăreau — ca-n fața ochilor - tablouri cu parcelele averii, strămoșească moștenire, și cu frumusețile din plaiurile întinse, cu singurătăți și cu păduri ce pot să-ncânte pe monah, ce pot să-i dăruiască bunul vieții* [2].

De altfel majoritatea istoricilor bisericești consideră că este originar din Scythia Minor (Dobrogea actuală). După părerea învățatului arheolog Vasile Pârvan (1882-1927), Ioan Cassian s-a născut în jurul anului 360, în „Vicus Cassianus” sau „Vicus Cassianorum” (azi satul Casian, comuna Târgușor, județul Constanța, pe valea râului Casimcea, numit o vreme Șeremet), pe atunci situat în provincia Scythia Minor. Se pare că este vorba de o veche așezare daco-romană, dependentă în vechime de cetatea Histria, așezată pe țărmul Mării Negre, pe lacul Sinoe, la nord de Tomis. Tot descoperirile aceluiași savant, au dat la iveală, în pădurea Șeremetului (Casian), două inscripții care vorbesc despre „cassieni”. Numit de localnici *Piatra Scrisă*, locul cu inscripțiile suscită interesul atât al cercetătorilor cât și al pelerinilor care ajung astăzi la Mănăstirea Sfântului Ioan Cassian. Pe o stâncă este „următoarea inscripție: OROI KASIANOM KAI SPILOUHA. Inscripția se traduce (Hotarele Casienilor și Peștera) [3] ... iar pe a doua având „în partea de ei de jos o gigantică bancă de odihnă, este puțin diferită: OROI KASIANON SPILOIHON, în traducere (Hotarele Casienilor locuitori ai peșterilor) [4]. Astfel putem concluziona că învățatul călugăr purta numele locului natal, originea sa daco-romană fiind recunoscută de majoritatea învățaților care i-au cercetat opera teologică în a doua jumătate a secolului al XX-lea.

Nu se cunosc prea multe lucruri legate de tinerețea sa, dar este evident că el a crescut într-o familie evlavioasă de proprietari de pământ, *suntem atât de liberați de mângâierea părinților, încât să ne lipsim de cei ce se bucură că ne susțin din avutul lor...* [5].

În copilărie, Ioan Cassian a primit o vastă și frumoasă cultură clasică, după cum el însuși o mărturisește. Stăruința pedagogului său și lectura continuă, l-au făcut să-și însușească producțiile poetice ale antichității, legendele și istoria războaielor până într-atât, încât îi veneau în gând chiar în timpul rugăciunii și al cântărilor ... *în care atât m-a frământat stăruința profesorilor și citirea fără încetare în mintea mea ca și cum ar fi infectată de acele opere poetice, chiar în timpul rugăciunii vin acele*

povestiri și istorisiri despre războaie, cu care am fost hrănit din primii ani de școală [6]. Cassian a fost inițiat din copilărie în marii clasici latini, Vergilius, Horatius, Sallustius, Cicero, a căror artă literară l-a influențat decisiv. Când cânt psalmi, sau când mă rog pentru iertarea păcatelor, îmi amintesc de episoade din epopei, cu eroi luptători, pe care parcă îi am înaintea ochilor; și asemenea închipuiri și priveliști, care mă împresoară cu necuviință, atât îmi împiedică mintea de la aspirațiile către cer, încât de ele nu pot scăpa, chiar dacă plâng zilnic [7].

Cu această himeră a imaginației bogate sădite în sufletele tinere de cultura și mitologia păgână s-au luptat și alți Sfinți Părinți din acele vremuri. Astfel, Fericitul Ieronim povestește un vis în care se întâlnea cu Judecătorul Suprem și era întrebat de acesta: Ești creștin sau ciceronian? *Christianus sum*, răspunse fără ezitare marele teolog, totuși spaima că a rămas prea ancorat în iubirea pentru oratorie l-a urmărit întreaga viață și i-a tulburat uneori cufundarea în rugăciune.

Un alt contemporan celebru, despre care vom mai pomeni aici, și anume Fericitul Augustin, ne arată în Confesiuni, cum erau otrăvite mințile fragede cu închipuiri nepotrivite preocupărilor lor naturale: *acuz vinul erorii pe care ni-l ofereau să-l bem învățătorii beți, și dacă nu voiam să bem, eram loviți și nu ne era îngăduit să chemăm vreun judecător treaz. Și totuși eu, Doamne Dumnezeul meu, le-am învățat cu plăcere și nefericitul de mine, mă desfățam cu ele, iar pentru aceasta eram numit copil al buneii speranțe [8].*

Am făcut această scurtă paranteză pentru a-l încadra mai bine pe Sfântul Ioan Cassian în contextul epocii, printre figurile altor mari exponenți ai culturii creștine în plină dezvoltare. Înțelegem astfel că ei, indiferent de locul de baștină (Ieronim era din regiunea dalmată, iar Augustin african), au trăiri similare datorită dedicării vieții acesteia în slujba Bisericii.

Încă din copilărie Cassian se împrietenește cu Gherman, care va deveni și el călugăr, și care se pare că era de aceeași vârstă cu el, deoarece acesta spune că au fost prieteni în școală, la oaste și apoi în viața monahală, în care a intrat de tânăr, într-una din mănăstirile dobrogene, *...de care din ucenicie și din primele exerciții de militărie duhovnicească am fost nedespărțit atât în mănăstire, cât și în pustiu, încât toți, pentru a arăta*

comunitatea noastră de viață și de idealuri, spuneau că suntem aceeași minte și același suflet în două trupuri [9].

Aici, tânărul își va agonisi și o aleasă cultură teologică, după care, dornic de desăvârșire, se îndreaptă spre înțelepții pustiei. Astfel, în anul 380, împreună cu prietenul său Gherman și cu o soră de a sa, el își începe lungile călătorii în Răsărit. Prima oară se va opri în Palestina, la o mănăstire în apropierea Betleemului, după care, prin anul 385, va pleca în pustia Egiptului, pentru a cunoaște viețuirea Părinților, stabilindu-se la o mănăstire din Sket. Aici va sta timp de șapte ani și tot aici va primi chipul schivniciei, după care se va reîntoarce în Palestina, apoi iarăși în Egipt colindând prin Nitria și Tebaida, căutând să consemneze în scris, învățături și fapte exemplare ale acestor ostași ai lui Hristos.

Însă pustiile Egiptului începuseră să fie bântuite de controverse teologice iscate de origeniști, astfel că Ioan Cassian a fost nevoit să părăsească Egiptul, îndreptându-se spre Constantinopol, unde în vremea aceea păstorea Sfântul Ioan Gură de Aur. Acesta îl ia sub ocrotirea sa pe Ioan Cassian, îl hirotonește diacon și îl face custode al tezaurului catedralei. Aici sub influența personalității mărețe a Sfântului Ioan Gură de Aur, Cassian își va desăvârși pregătirea teologică. Nici aici însă Ioan Cassian nu va avea parte de liniște, căci Sfântul Ioan Gură de Aur va fi acuzat de origenism și exilat, în 404, pentru a doua oară, în Armenia. Astfel, diaconul Ioan Cassian va primi, în 405, însărcinarea de a prezenta episcopului Romei, Inocențiu I, situația Patriarhului din Constantinopol. Această intervenție rămâne fără roade, dar autorul ei se va stabili la Roma, unde va fi hirotonit ieromonah, în anul 415.

Pe meleaguri apropiate se vor sfârși curând și călătoriile sale, și, ajuns la maturitate, caută să-și valorifice bogata sa experiență spirituală. Astfel, el va propaga în Apus bogăția spiritualității răsăritene. Din Roma, Sfântul va pleca în Galia, stabilindu-se la Marsilia, unde va rămâne până la sfârșitul vieții sale. Aici *Sfântul Ioan Cassianul întemeiază două mănăstiri, una pentru bărbați și cealaltă pentru femei (câțiva biografi cred că cea din urmă a fost înființată pentru sora sa, care l-a însoțit aici, în Marsilia). Aceste ctitorii, în timpul invaziilor barbare, devin centre de ocrotire și focare de viață intelectuală. Prin cele două fundații și prin scrierile sale, ieromonahul dobrogean a contribuit la răspândirea și*

consolidarea instituțiilor monahale în Apus, dându-le primele reguli, după modelul celor răsăritene [10].

Sfântului Ioan Cassian își va înceta viața pământească în anul 435. Obștea creștină de acolo, ca și numeroase alte comunități bisericești din Galia care l-au cunoscut, l-au cinstit ca sfânt îndată după moarte. Biserica răsăriteană a așezat ca zi de prăznuire data de 29 februarie, iar atunci când nu este an bisect, pomenirea sa se face la 28 februarie. Privit din perspectiva veacurilor, Sfântul Ioan Cassian este o personalitate culturală, fiind unul din primii mesageri ai spiritualității românești de peste hotare.

Opera Sfântului Ioan Casian

Opera lui Sfântului Ioan Cassian constituie începutul unei literaturi de tip monahal, redactată într-o limbă latină misionară, prin aceasta fiind un reprezentant al ortodoxiei de limbă latină. Scrierile lui sunt pline de sfaturi folositoare și edificatoare pentru orice credincios, însă și mai important este faptul că ele aduc o însemnată contribuție la problema teologiei harului. Ca urmare a tratării acestei probleme, unele foruri locale din Apus au considerat eretică învățătura Sfântului Ioan Cassian, dar Biserica nu a confirmat aceste sentințe. De fapt el a mărturisit și a apărut unitatea credinței și ortodoxia ei. Lucrările sale au fost reanalizate și reconsiderate peste veacuri, iar ortodoxia nu i-a fost contestată, el fiind unul dintre reprezentanții cei mai de seamă ai literaturii și monahismului apusean din secolele al IV-lea și al V-lea.

A fost un trăitor însuflețit de principiile ascetice creștine și un ostenitor al desăvârșirii în mediul monahal pe care l-a creat. Pentru Apus, Sfântul Ioan Cassian a adus noutatea și frumusețea patericului, adică disciplina literară în care ideile principale ale vieții monahale sunt îmbrățișate prin convorbiri sau discursuri, reale sau imaginare, rostite de către Părinții de seamă ai mănăstirilor din Orient. Acest gen literar, plin de bogăție și de prospețime duhovnicească, produce o satisfacție deosebită prin varietatea de ton și de situații.

Sfântul Ioan Cassian este autorul a trei mari lucrări, ce dovedesc mărturisirea credinței ortodoxe, unitatea cu ceilalți Părinți ai Bisericii și actualitatea lor până la sfârșitul veacurilor:

1. *De institutis coenobiorum et de octo principalium vitiorum remediis libri XII* (*Despre așezămintele cenobiților și despre remediile celor opt păcate capitale, 12 cărți*) , scrisă între anii 420-426 la cererea episcopului Castor de Apta Iulia, episcop între 419-426. Primele patru cărți, care alcătuiesc Parte I tratează despre așezămintele sau regulile monahale propriu-zise, despre îmbrăcăminte, perioada de noviciat, rugăciuni, slujbe și renunțarea la lume. Partea a II-a cuprinde celelalte opt cărți și îl învață pe călugăr să lupte împotriva celor opt păcate capitale: lăcomia pânteceleului (gastrimargia), pofta trupească, iubirea de bani (philargylia), mânia, întristarea, lenea(acedia), slava deșartă (cenodoxia), mândria. În aceste opt cărți, Ioan Casian nu face decât să-și însușească teoria celor opt patimi, care era în preocuparea monahismului răsăritean din veacul al IV-lea și căreia prima formulare scrisă i-a dat-o Evagrie Ponticul. Cele patru nume grecești folosite de Casian pentru patima 1, 3, 6, 7 (cele din paranteză), arată că el n-a făcut decât să treacă în Apus o teorie din Răsărit [11].

Structura acestei prime opere teologice arată limpede împărțirea acesteia pe două teme centrale: primele patru cărți tratează despre organizarea mănăstirilor din Palestina și Egipt, dându-le ca model demn de urmat fraților din Apus; următoarele opt cărți se ocupă de cele opt păcate principale de care trebuie să se ferească orice credincios, și călugărul mai cu seamă.

Reacția continuatorilor imediați și mai apoi a cititorilor până în contemporaneitate referitor la semnificația acestei prime opere îl așază pe autorul ei tocmai în rândul măreților precursori de al căror prestigiu nu se credea vrednic: *Așezămintele monahale ale Sfântului Ioan Cassian au avut un rol covârșitor în organizarea și orientarea monahismului apusean din epoca patristică. Fără ele nu poate fi concepută apariția Sfântului Benedict de Nursia și a celorlalți conducători de mănăstiri din Apus. Ele au jucat în Apus rolul pe care Regulile Sfântului Vasile cel Mare l-au jucat în Răsărit* [12]. Printre cei dintâi care i-au apreciat munca literară drept folositoare tuturor monahilor se numără autorul tratatului *De viris illustribus*, Ghenadie. Tradusă în limba greacă și circulând în Bizanț, scrierea a fost receptată cu elogii de către Sfântul Fotie, Patriarhul Constantinopolului în sec. IX.

2. XXIV *Collationes Patrum* (Convorbiri cu Părinții) cca. 428-429, o lucrare mult mai întinsă. Ea cuprinde 24 de convorbiri pe care el cu prietenul său Gherman le-au avut cu pustnicii din Egipt în cele două călătorii. Scrierea are trei secțiuni: prima cuprinde zece conferințe dedicate lui Leontie, episcop de Frejus și fratele lui Castor, și călugărului Heladie. Aceste 10 convorbiri au avut loc în a doua călătorie cu Părinții din pustia sketică. A doua este adresată lui Onorato și lui Eucherio de Lerino și cuprinde convorbirile 11-17 cu Părinții din ținutul Panefisis. Și a treia dedicată unor călugări din insulele Hyres, Giovaniano, Minervio, Leonzio precum și lui Teodoro și cuprinde convorbirile 18-24 cu Părinții din ținutul Diolcos. Numărul total al conferințelor, 24, amintește de cei 24 de bătrâni din Apocalipsă.

Capodopera lui Cassian tratează despre menirea călugărului, despre discreție, despre lupta sufletului cu trupul, despre moartea sfinților, mobilitatea sufletului și relele duhovnicești, despre rugăciune, feciorie, protecția lui Dumnezeu, darurile divine, despre prietenie, pocăință, închipuirile de noapte (vise) și despre explicarea cuvântului apostolic: „Nu fac binele pe care îl voiesc, ci răul pe care nu-l voiesc” și despre mortificare. Sunt prezentate întrebările pe care el și mai ales Gherman le-au pus celor mai vestiți monahi ai Egiptului și răspunsurile acestora, deci un pateric. Cele două opere principale ale Sfântului Ioan Cassian, *Institutiones* și *Collationes*, constituie cele două părți logice ale aceluiași discurs, o parte dedicată practicii, omului exterior, cealaltă dedicată omului interior, dar ambele centrate pe aceleași teme: monahismul, obiceiurile sale, modelele sale de inspirație.

3. VIII *Libri de incarnatione Domini (Contra Nestorum)*, *Despre întruparea Domnului (Contra lui Nestorie)* cca. 430-431, lucrare apologetico - polemică în șapte cărți îndreptată împotriva lui Nestorie, A fost alcătuită în urma cererii arhidiaconului, mai târziu episcopul Romei, Leon. Argumentează că Fecioara Maria este Născătoare de Dumnezeu, că în Iisus Hristos nu era decât o singură Persoană și că cele două naturi își comunicau în Iisus Hristos una alteia calitățile lor. Demonstrează că nestorianismul este o deviere de la pelagianism, se opune învățaturii Sfintei Scripturi și distruge dogma Sfintei Treimi.

Călugărul Scit și Mărturisirea Unității de Credință

Chiar dacă inima i-a rămas în Răsărit, dedicată credinței că trebuie pus semnul egal între viața călugărească și viața apostolească, adevăr demonstrat prin traiul pustnicilor egipteni, Sfântul Ioan Cassian și-a petrecut o mare parte a existenței sale pământești în Occident, unde a avut ocazia să-și îndeplinească scopul. *Stabilirea celor două așezăminte monastice și compunerea celor două lucrări pe teme monahale, contribuie la atingerea țelului autorului: să ducă monahismul răsăritean afară din Orient, sau și mai exact monahismul egiptean, dincolo de Egipt.* [14]

Un cunoscut biograf occidental al Sfântului Ioan Cassian caută justificarea concretă a modelului egiptean și o analizează după cum urmează: *Consider că idealul lui Cassian era să stabilească în Galia o instituție monahală care să promoveze un mod de viață cu adevărat apostolic în Biserică, bazat pe icoana monahismului egiptean, nu fiindcă era egiptean, ci pentru că el credea că tradiția egipteană este reprezentarea vie a însăși tradiției apostolice* [15].

Având ca principal izvor de inspirație Sfânta Scriptură, dar fiind și un bun cunoscător al literaturii clasice grecești și latine, precum și al scriitorilor creștini premergători, autorul celor două lucrări monumentale menționate, intenționa în primul rând să prezinte experiența proprie ca tânăr monah, în Palestina și Egipt. Astfel, el pornește de la a descrie oameni și locuri care i-au marcat definitiv existența prin tăria exemplurilor oferite. El caută să expună fidel o tradiție, deși pe alocuri simte impulsul de a o adapta și dezvolta în folosul posterității, și se supune cu credință acestei nobile misiuni.

Munca sa în Marsilia, derulată pe parcursul a două decenii, a fost echilibrat împărțită între îndatoririle specifice stăreției și dulcea povară a redactării unor opere fundamentale al căror miez îl constituiau *regulile vieții de obște, lupta contra păcatului, diferitele urcușuri spre desăvârșire* [16]. O a treia dimensiune a misiunii sale ca slujitor al Bisericii lui Hristos constă în importanța afirmării convingerilor sale ca teolog, a luării de poziție contra alunecărilor doctrinare cărora le este martor. În toate aceste ipostaze se relevă chemarea spre mărturisirea și apărarea unității de credință a acestui părinte-monah.

Să abordăm acum succesiv scrierile sale pentru a observa importanța lor în literatura patristică a secolului al V-lea. Mai întâi despre *Așezăminte*, autorul însuși mărturisește sfiala cu care pornește într-un astfel de demers. Căci, spune el în *Prefața* lucrării, acest subiect a fost tratat mai înainte de oameni vestiți și cu autoritate în domeniu, ca Sfântul Vasile cel Mare sau Fericitul Ieronim, prin comparație cu a căror măiestrie cuvântul lui pălește.

Tot aici lansează ideea că sfaturile privind viața în mănăstire sunt mai mult decât simple vorbe, dincolo de cuvânt rămânând necesitatea punerii în practică, trăirea propriu-zisă. Smerit se mai arată Cassian cu referire la puțina cunoaștere a supleței limbii latine, declarându-se nepriceput din punct de vedere stilistic, dar subliniind în același timp potrivirea dintre simplitatea limbajului practicat și simplitatea publicului vizat, frații din mănăstire în primul rând, precum și a sursei de inspirație, viața sfinților. Această simplitate despre care vorbește nu trebuie privită drept lipsă de complexitate sau sărăcie, ci se vrea înțeleasă în sensul biblic al trăirii în credință, fără grija zilei de mâine, al nevinovatei abandonări în brațele mângâietoare ale Tatălui ceresc.

Structura acestei prime opere teologice arată limpede împărțirea acesteia pe două teme centrale: primele patru cărți tratează despre organizarea mănăstirilor din Palestina și Egipt, dându-le ca model demn de urmat fraților din Apus; următoarele opt cărți se ocupă de cele opt păcate principale de care trebuie să se ferească orice credincios, și călugărul mai cu seamă.

Reacția continuatorilor imediați și mai apoi a cititorilor până în contemporaneitate referitor la semnificația acestei prime opere îl așază pe autorul ei tocmai în rândul măreților precursori de al căror prestigiu nu se credea vrednic: *Așezămintele monahale ale Sfântului Ioan Cassian au avut un rol covârșitor în organizarea și orientarea monahismului apusean din epoca patristică. Fără ele nu poate fi concepută apariția Sfântului Benedict de Nursia și a celorlalți conducători de mănăstiri din Apus. Ele au jucat în Apus rolul pe care Regulile Sfântului Vasile cel Mare l-au jucat în Răsărit* [17].

A doua lucrare, *Collationes*, în număr de 24 cărți, a fost planuită de autor drept întregire a celei dintâi. Deși proiectase doar zece astfel de

dialoguri ziditoare, numărul acestora a sporit la cererea contemporanilor care vedeau darul lui Cassian de a transmite simplu și clar mesajul vizat: curăția inimii îl duce pe monah în împărăția cerurilor. Unele dintre temele introduse în Așezăminte sunt reluate și dezvoltate în dialoguri. Ca un bun pedagog, el înțelege că repetiția nu dăunează unei învățări temeinice și reia anumite idei prin exemple concrete.

În *Convorbiri* urmează modelul dialogului clasic, alegând ca interlocutori pentru sine și al său neostenit însoțitor și frate întru Domnul, călugărul Gherman, asceți luminați ai pustiei Egiptului care primesc întrebările, îndrumând maieutic spre dezvăluirea răspunsului bun, ziditor și rodnic. El folosește prezența acestor figuri istorice *ca o alegorie monahală menită să-i conducă pe cititori la adevărata învățătură a monahismului tradițional; ca autorități menite să valideze propriul său discurs* [18].

Deși își exprimă dorința personală de a-și petrece viața mai degrabă printre anahoreții din Sketis, decât să se întoarcă în chinovia sa din Betleem, Cassian nu încurajează concurența între cele două forme de practică a vieții monahale. Scopul călugărului este puritatea inimii, iar țelul său împărăția cerurilor. Totuși din punct de vedere practic, ajunge la concluzia că ambele drumuri tind spre împlinirea idealului comun menționat, doar trăirea și experiența atingerii lui fiind diferite.

Prin propriul exemplu a dovedit că se poate implementa un stil de viață propriu anahoreților atât de admirați în mediul comun al cenobiților și și-a propus să desăvârșească acest proiect prin realizarea celor două așezăminte în părțile galice.

Totuși pentru Cassian, viața monahală egipteană reprezintă doar un instrument, și oricât de prețios ar fi acesta, de fapt esențial este scopul la împlinirea căruia e menită să ducă. Drept aceea, imitarea practicilor răsăritene este una surprinzător de flexibilă, inovatorul fiind capabil să adapteze acest stil necesităților găsite în acel spațiu diferit, dovedind spirit practic și putere de înțelegere a limitărilor tipic umane. Drept exemplu grăitor, putem utiliza faptul că este pregătit să facă minore concesii în ceea ce privește îmbrăcămintea recomandată monahilor din Galia. După ce descrie amănunțit încălțăminte specifică egiptenilor, insistând asupra semnificației simbolice a acestor sandale, afirmă că totuși pentru iernile

geroase din Galia astfel de încălțări nu ar fi potrivite, (v. *Așezăminte*, Cartea I, cap. 10). Dincolo de acest exemplu elocvent, întâlnim modernul principiu al flexibilității gândirii aplicat de Cassian întregii moșteniri răsăritene. Astfel, el utilizează adesea modele palestinieni sau mesopotamiene, deși preferința lui pentru cele egiptene este clar formulată, numai din motivul că se potrivesc mai bine stării de lucruri din Galia.

Probabil cea mai gravă îndepărtare de la stilul egiptean, o constituie recomandarea chinoviilor pentru monahii din Galia. Această renunțare în detrimentul vieții anahoretice este justificată pe deplin de capacitățile oamenilor din zonă, a căror comuniune monahală în formare avea nevoie de sprijin și îndrumare duhovnicească, iar nu de fărâmițare, ce ar fi fost un pericol pentru spiritele mai slabe în fața ispitelor. Astfel, monahul Cassian alege și interpretează ceea ce este mai de folos turmei din Galia, pornind de la tradiția puternică a Orientului.

Să urmărim acum câteva din punctele de răscruce din destinul Sfântului Ioan Cassian care l-au condus spre realizarea operei amintite și spre înfăptuirea măreței lucrări monahale pentru care a rămas vrednic de pomenire și în Apus și în Răsărit.

Între momentele de încercare ale vieții sale se plasează și necesitatea de a-și face uitați învățătorii ce i-au slujit drept model. În jurul operei lui Origen se iscaseră mari dispute, unii acuzându-l fățiș de arianism, alți eretici argumentându-și ideile cu exemple din scrierile lui. Apoi Origen a sfârșit tragic căci nu voise să se închine zeilor potrivit poruncii împăratului Decius, așadar putea fi socotit martir. Respectul și dragostea lui Cassian față de acest precursor măreț răzbat printre rânduri din lucrările sale, dar direct este evitată orice mărturie de fidelitate din nevoia de protecție a propriei opere contra unor eventuale învinuiri de erezie.

Despre învățatul eremit Evagrie știm că i-a inspirat lui Cassian unele dintre ideile legate de cele opt tentații de bază din viața călugărului prin lucrarea *De octo vitiosis cogitationibus*.

Pentru viața ascetică deosebit de severă pe care a trăit-o, refuzând în mod repetat onorurile episcopale, smeritul Evagrie, supranumit Ponticul, datorită originii sale scite, este celebrat astăzi doar de o parte din Biserica ortodoxă (armeană și georgiană) din pricina acuzațiilor lansate la Sinoadele

V, VI și VII Ecumenice, care îl condamnă laolaltă cu magistrul său, Origen, mai sus pomenit. Oricât de îndreptățită ar fi această blamare, nu poate fi trecut cu vederea faptul că sincera lui dedicare vieții ascetice, când mai bine de un deceniu petrecut în pustia Egiptului a scris despre împletirea dintre învățătura biblică și lupta spirituală autentică, i-a atras admirația unor teologi și lideri monahali de marcă din rândul continuatorilor.

Alături de Dionisie Areopagitul, Maxim Mărturisitorul și Ioan Scărarul, Sfântul Ioan Cassian a găsit resurse prețioase în opera lui Evagrie, le-a filtrat prin propria sa experiență și cultură, redându-le îmbogățite posterității

Un moment crucial în pregătirea sa duhovnicească l-a constituit întâlnirea cu Sfântul Ioan Gură de Aur pe care îl va socoti până la capăt părintele său spiritual. Acest erou al Bisericii lui Hristos l-a hirotonit diacon pe Cassian la Constantinopol, drept care călugărul scit se va simți foarte apropiat de locuitorii acestui oraș, numindu-i, *frați prin unitatea credinței* [19]. Tot aici mărturisește prin impresionante cuvinte că este ucenicul și opera lui Ioan (*discipulus et institutia*). Dar dragostea și prețuirea față de acest om sfânt care mișca mulțimile prin lacrimi spre pocăință la predicile sale, și-au aflat concretizarea în sprijinul acordat Hrisostomului când s-a găsit în ingrata situație de exilat.

În cursul celui de-al doilea și ultim exil al bunului său dascăl, Sfântul Ioan Cassian a avut misiunea ca, împreună cu fratele Gherman să plece la Roma spre a demonstra Papei lipsa de întemeiere a acuzațiilor aduse patriarhului. Un avantaj în cadrul acestei însărcinări l-a constituit buna cunoaștere de către mesageri a limbii latine. Aflăm din scrierile lui Paladie că *cei doi monahi aduceau cu ei un inventar al tezaurului patriarhal depozitat de cler la autoritățile civile. Actul depozitării însuși și predarea inventarului papei Inocențiu erau menite să-l exonereze pe Hrisostom de acuza manipulării financiare formulate împotriva sa* [20]. Chiar dacă răspunsul papei a venit prea târziu, iar Sf. Ioan Gură de Aur s-a întâlnit cu veșnicia pe drumul exilului, este admirabilă râvna celor doi călugări, curajul cu care s-au dedicat misiunii încredințate.

Revenind la opera Sfântului, este surprinzător să constatăm ce relații ample avea în lumea bisericească a timpului său. Din prefețele la ambele lucrări analizate mai sus, luăm la cunoștință despre importanța

acordată de autor legăturii cu contemporanii implicați în viața creștină și mai ales în cea monahală. *Aceste prefețe, cu șirul impresionant al adresaților lor, îl arată pe Cassian o autoritate morală profund implicată în îndrumarea și extinderea monahismului în sudul Galiei. El a ajuns să cunoască toate personajele principale din mișcările monahale orientate tot mai mult spre Răsărit și a influențat activitatea lor prin scrierile sale. Dar impactul său s-a simțit dincolo de mănăstiri, dat fiind că, încă o dată, Cassian s-a găsit în mijlocul controverselor. De data aceasta, chestiunea disputată era harul, iar miza era valoarea disciplinei ascetice. Deși vorbea plecând dinspre preocupările sale monahale, discuția în care s-a angajat era mult mai amplă în scopul ei, implicându-l și pe cel mai mare teolog latin al epocii, Augustin de Hippo [21].*

Poate aici își are locul prezentarea disputei asupra grației divine în care s-a implicat Sfântul Ioan Cassian, fără intenții dialectice. Atât *Convorbirea 13*, care a iscat automat reacția contrară a lui Prosper, cât și tratatul *Despre întruparea Domnului*, demonstrează cititorilor interesați și avizați că autorul acestor scrieri nu este pelagian.

În schimb Cassian a înțeles necesitatea aflării unei teologii a harului în care efortul individual spre mântuire să fie prețuit, fără a cădea în extrema bizuirii exclusive pe mijloace ascetice, *perspectiva lui Cassian era aceea a tradiției creștine și monahale răsăritene în care se formase. Această tradiție acorda o mai mare rază de acțiune posibilităților umane și concepea harul într-un mod mult mai larg, deși poate mai puțin precis decât făceau teologii occidentali, ale căror instrumente conceptuale fuseseră ascuțite de controversa pelagiană [22].*

Augustin a murit fără a fi încheiat procesul anti-pelagian. Lucra în ultimele luni la al doilea tratat, împotriva lui Iulian pelagianul, deși Sinoadele din Cartagina din 416 și 418 condamnaseră acest curent.

Cassian și continuatorii săi, dintre care cel mai ferm s-a dovedit Faustus din Rhegium, erau parțial de acord cu Fericitul Augustin în legătură cu seriozitatea păcatului originar și a urmelor grave produse de acesta asupra întregii omeniri, totuși priveau doctrina acestuia înțelegând predestinarea drept nouă, prin urmare în conflict cu tradiția și periculoasă deoarece făcea să pară inutil orice efort izvorât din voința umană. Spre deosebire așadar de Augustin, Cassian învăța că deși se moștenește boala

prin vina lui Adam, liberul arbitru al omului nu a fost pe de-a-ntregul șters. *Grația divină este indispensabilă pentru mântuire, dar nu este neapărat necesar să preceadă alegerea umană liberă, căci, în ciuda slăbiciunii voinței omenești, ea este capabilă de inițiativă înspre Dumnezeu". Cu alte cuvinte ,grația divină și liberul arbitru trebuie să lucreze împreună pentru mântuire [23].*

De fapt, Sfântul Ioan Cassian nu era interesat de angajarea într-o dezbateră pe problema harului, ci caută să ajute cititorul să crească duhovnicește percepând împletirea dintre elementul uman și cel divin pe calea întâlnirii absolut necesare cu grația izbăvitoare. El nu este asemenea lui Augustin, eminent teoretician, ci vede latura experienței practice fundamentată în primul rând pe exemple biblice arhicunoscute, cum ar fi chemarea lui Pavel pe drumul spre Damasc.

El vorbește despre conlucrarea dintre har și voința omului, subliniind existența posibilității pentru ființa umană de a avea inițiativă înspre lucruri bune (*initium bonae operis*), afirmație cu care Augustin nu se putea împăca. Însă nu alunecă nicicând Cassian în eretica subordonare a grației date față de liberul arbitru, asemenea lui Pelagius și discipolilor săi, din contră susține *răspicat că harul lui Dumnezeu prisosește, ba chiar întrece limitele necredinței omenești [24].*

Am socotit util demersului asumat să expun în linii largi poziția lui Cassian în confruntarea așa-zis pelagiană, tocmai pentru a demonstra încă o dată cât de implicat era Părintele în realitățile vremii care aveau atingere cu sfera vieții creștine. Luptând pentru un punct de vedere unitar și echilibrat, Cassian își dovedește plenar vocația de mărturisitor și apărător al unității de credință. Tradiția răsăriteană al cărei transplant îl realizează pe sol occidental trebuia făcută treptat, nu brusc, blând, nu brutal. Deci și în ceea ce privește problema harului, el consideră că *pentru monahii Galiei, care căutau o înțelegere teologică a experienței lor monahale, calea de mijloc — pe care istoricii târzii o vor numi semipelagianism - era cea mai înțeleaptă [25].*

Ultima lucrare a Sfântului Ioan Cassian se intitulează *Despre întruparea Domnului* și este ținută împotriva ereziei lansate de Nestorie, fost patriarh al Constantinopolului, potrivit căreia Hristos există ca două persoane separate, om și Dumnezeu, adică Logos. Tratatul a fost realizat la

cererea viitorului papă Leon și demonstrează gradul înalt de implicare a călugărului scit în controversele vremii, întru apărarea unității credinței și păstrarea neîntinată a dogmelor tradiționale, *lucrarea are meritul de a fi prezentat pentru prima dată doctrina lui Nestorie și de a fi supus-o unei critici strânse* [26].

El a înțeles asemenea apostolilor că iubirea față de aproapele nu trebuie să rămână o vorbă frumoasă, ci trebuie pusă la lucru prin fapte grăitoare. Așa se explică strădania cu care se apleacă asupra unui subiect incomod, la o vârstă destul de venerabilă pentru a-i da scuza retragerii, și duse lupta apreciabilă în contra lui Nestorie. *Tratatul ni-l arată pe Cassian activ în Biserica epocii și locului său. Invitat de cea mai înaltă autoritate să răspundă unei probleme de mare importanță doctrinară și diplomatică, el nu disprețuiește sarcina primită ca nevrednică de un monah* [27].

Concluzii

În concluzie, se constată că traseul spiritual urmat de Sfântul Ioan Cassian a avut urcușuri și coborâșuri, a fost din loc în loc presărat cu obstacole, pe care le-a depășit apelând neconștient la readucerea în minte și în suflet a țelului monahului: apropierea de împărăția lui Dumnezeu. Pentru o astfel de țintă nimic nu i s-a părut prea mult. Departate de patria scită, în care nu va mai reveni, încă și mai departe de chinovia din Betleem ori de pustia egipteană, unde s-a maturizat duhovnicește, îmbogățit apoi de experiențe spirituale noi în Constantinopol și Roma, acest neostenit călător și-a aflat limanul într-o cetate a Apusului: *În Galia, Cassian avea să-și împlinească prima sa vocație, cea pentru viața monahală, așezând și rânduind mănăstiri. Dar avea să-și descopere și o a doua vocație, vocația teologiei monahale, apucându-se de opera literară pentru care este amintit până astăzi* [28].

Să nu uităm de asemenea că, întru realizarea acestei duble vocații, el a pus mare preț pe trăirea propriu-zisă așa cum a cunoscut-o la modul concret între înțelepții călugări din Orient, dar nu a neglijat nici latura culturală a moștenirii patristice, apelând adeseori la opiniile înaintașilor, dintre care pe unii îi recomandă ca exemplu drept de urmat de frații a căror călăuză pe drumul desăvârșirii este: *Povățuirea e simplă: urmați căile*

Răsăritului și mai cu seamă ale Egiptului, completând restul cu ce se găsește în scrierile lui Vasile cel Mare și Ieronim [29].

Demn de reținut este în cele din urmă faptul că distincția între modul de viață anahoret și cenobit trece pentru acest părinte pe locul secund, prioritate având permanent sincera trăire a monahului pentru slujirea semenilor: *Cassian își dădea foarte bine seama că unul din riscurile cele mai mari ale monahului, era acela de a se concentra mult prea intens pe structuri și practici ascetice, pierzând din vedere atât dependența față de Dumnezeu, cât și obligațiile iubirii milostive față de ceilalți [30].* Așadar, oricât s-ar strădui un ascet să se rupă de lume pentru a fi mai aproape de divinitate, în mod paradoxal, prin atenția acordată celorlalți câștigă mai multă liniște sufletească și își împlinește rolul căruia i s-a dăruit, așa cum demonstrează Sfântul Ioan Cassian prin exemplul personal.

Trebuie să menționăm contribuția lui Sfântului Ioan Cassian la conturarea unui gen literar creștin, și anume *Patericul*, ce își are originile în *Convorbirile* redactate de monah. Așa cum în urmă cu aproape un secol, Sfântul Vasile cel Mare și Sfântul Grigorie de Nazianz, puneau bazele *Filocaliei*, concepute inițial ca o antologie de texte antiariene de spiritualitate și lectură biblică, Sfântul Ioan Cassian rămâne cunoscut și pentru că a popularizat în Apus forma de transmitere a ideilor de bază despre viața monahală prin prospețimea și autenticitatea experiențelor duhovnicești relatate cu ajutorul discursului. Prin itinerariul spiritual nu tocmai rectiliniu pe care îl trasează de-a lungul vieții, prin scrierile lăsate moștenire tuturor celor care își mai află în inimă imboldul spre dumnezeire, acest mare autor creștin nu a fost nici cel dintâi, nici cel din urmă din șirul Părinților Bisericii, ci s-a încadrat perfect în tradiția respectivă, înțelegându-și limitele: *Incontestabil, Cassian rămâne un povățuitor și învățător al vieții monahale. Mai precis el formează o verigă în succesiunea dascălilor monahismului ce continuă până în zilele noastre. Realizarea sa este unică în amplitudine, dar ea n-a vrut niciodată să fie definitivă: nici n-a suferit de iluzia că o astfel de finalitate ar fi posibilă [31].*

Sfântul Ioan Cassian este și se cuvine să rămână un model de mărturisitor și apărător al unității de credință, prin strădania sa încununată

de succes de a uni Apusul cu Răsăritul pe temeiul experienței monahale practice.

Referințe bibliografice

- [1] * * *, **Sfinți Români și Apărători ai Legii Strămoșești**, Editura Institutului și de Misiune Biblică al B.O.R., București, 1987, p.221.
- [2] Sfântul Ioan Cassian, **A Douăzeci și Patra Convorbire Duhovnicească**, Editura Aethicus, Timișoara, 1999, p. 6.
- [3] Sofia Tudosa Romanov, **Pe urmele Sfântului Ioan Casian**, Editura Boldaş, Constanța, 2009,p.61.
- [4] Sofia Tudosa Romanov, **Pe urmele Sfântului Ioan Casian**, Editura Boldaş, Constanța, 2009p. 61.
- [5] Sfântul Ioan Cassian, **Așezămintele mănăstirești și convorbiri duhovnicești**, Editura Institutului Biblic și de Misiune al Bisericii Ortodoxe Române, București, 1990, p. 725.
- [6] Sfântul Ioan Cassian, **Așezămintele mănăstirești și convorbiri duhovnicești**, Editura Institutului Biblic și de Misiune al Bisericii Ortodoxe Române, București, 1990 p. 561.
- [7] Sfântul Ioan Cassian, **Așezămintele mănăstirești și convorbiri duhovnicești**, Editura Institutului Biblic și de Misiune al Bisericii Ortodoxe Române, București, 1990, p.563
- [8] Fericitul Augustin, **Confessiones**, Editura Institutului Biblic și de Misiune al Bisericii Ortodoxe Române, București, 1994, p. 103.
- [9] Sfântul Ioan Cassian, **Așezămintele mănăstirești și convorbiri duhovnicești**, Editura Institutului Biblic și de Misiune al Bisericii Ortodoxe Române, București, 1990, p. 307.
- [10] * * *, **Sfinți Români și Apărători ai Legii Strămoșeștii**, Editura Institutului Biblic și de Misiune al B.O.R., București, 1987,p.226.
- [11] * * *, **Filocalia I**, ediția a IV-a, Ed, Harisma, București, 1993, p.129
- [12] I.G. Coman, **Scriitori bisericești din epoca străromână**, cap. *Sf. Ioan Cassian*, Editura Institutului Biblic și de Misiune al Bisericii Ortodoxe Române, București, 1979, p. 230.
- [13] C. Voicu, L.D. Colda, **Patologie, vol. II**, Ed. Basilica, Buc.2015, p.443
- [14] * * *, **Ex oriente lux: John Cassian on Eastern Monasticism in the West**, la www.monachos.net

- [15] O. Chadwick, **John Cassian**, Cambridge: the University Press, 1968 (1st ed. 1950)
- [16] I.G. Coman, **Scriitori bisericești din epoca străromână**, Editura Institutului Biblic și de Misiune al B.O.R., București, 1979, cap. *Sf. Ioan Cassian*, p. 225.
- [17] I.G. Coman, **Scriitori bisericești din epoca străromână**, cap. *Sf. Ioan Cassian*, Editura Institutului Biblic și de Misiune al Bisericii Ortodoxe Române, București, 1979, p. 230.
- [18] C. Stewart, **Cassian Monahul**, Editura Deisis, Sibiu, 2000, p. 66.
- [19] Ioan Cassian, **Despre întruparea Domnului**, cap. 7, v. 31.3
- [20] C. Stewart, **Cassian monahul**, Editura Deisis, Sibiu, 2000, p. 47.
- [21] C. Stewart, **Cassian monahul**, Editura Deisis, Sibiu, 2000, p. 53.
- [22] C. Stewart, **Cassian monahul**, Editura Deisis, Sibiu, 2000, p. 135.
- [23] * * *, **The Semi-Pelagian Theology of John Cassian**, la www.monergism.com
- [24] Sfântul Ioan Cassian, **Convorbiri**, 13, 16.1.
- [25] Sfântul Ioan Cassian, **Convorbiri**, p. 140.
- [26] I.G. Coman, **Scriitori bisericești din epoca străromână**, cap. *Sf. Ioan Cassian*, p. 247.
- [27] C. Stewart, **Cassian monahul**, Editura Deisis, Sibiu, 2000, p. 60.
- [28] C. Stewart, **Cassian monahul**, Editura Deisis, Sibiu, 2000, p. 48.
- [29] C. Stewart, **Cassian monahul**, Editura Deisis, Sibiu, 2000, p. 50.
- [30] C. Stewart, **Cassian monahul**, Editura Deisis, Sibiu, 2000, p. 54.
- [31] C. Stewart, **Cassian monahul**, Editura Deisis, Sibiu, 2000, p. 212.

ALECSANDRU-IOAN CUZA IN CONSTIINTA ROMANILOR

Constantin CHIPER

Asociatia Naționala Cultul Eroilor "Regina Maria", Prahova

Abstract: *Lucrarea are în atenție principalele momente din viața și activitatea Domnitorului Alexandru-Ioan Cuza, cu semnificațiile socio-politice analizate pe scurt în ordine, aspecte care au rămas întipărite în memoria noastră, a românilor. Sunt consemnate o serie de aspecte despre momentele doliului și aprecieri ale contemporanilor, care în scurt timp a devenit legenda țării.*

Cuvinte cheie: *activitatea militară, domnia, viața și activitatea socio-politică, semnificații istorice, cronologie*

Introducere

Anul acesta se împlinesc 205 ani, de la nașterea lui Alecsandru-Ioan Cuza, la data de 20 martie 1820, într-o mahala a localității Bârlad. Părinții lui Alecsandru 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. Alecsandru Ioan Cuza și-a făcut studiile gimnaziale în 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, Alecsandru-Ioan Cuza a fost cadet în armată (aspirant în gradul de ofițer), la arma cavalerie. Apoi a lucrat în calitate de membru al Judecătoriei Covurlui, însă în octombrie 1845 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 imbarcați 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.

Aleksandru-Ioan Cuza în luna mai 1848 a participat la adunarea de pe Câmpia Libertății, de la Blaj, alături de alți revoluționari moldoveni, munteni, bănățeni și transilvăneni.

După un autoexil, la Paris și Constantinopol, Cuza a revenit în Moldova, însoțindu-l pe noul domn al Moldovei, Grigore Alecsandru Ghica (1849-1856), adept al Unirii Principatelor Române.

În timpul domniei lui Grigore Alexandru Ghica, Alecsandru-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), Alecsandru-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). Interceptând o scrisoare a lui Nicolae Vogoride către fratele său din Constantinopol, din

care rezulta intenția murdară a acestuia de a falsifica alegerile, Alecsandru-Ioan Cuza a trimis-o lui Petre Ispirescu, care a transmis-o spre tipărire și difuzare, compromițându-l pe caimacamul Vogoride. Alecsandru-Ioan Cuza și-a dat demisia din armată, la data de 6/18 iulie 1857, protestând împotriva acestui act antiunionist.

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 de la Iași, Alecsandru-Ioan Cuza a contribuit la pregătirea alegerilor din ziua de 5/17 ianuarie 1859 din Principatul Moldova.

Alegerile din Principatele Moldova și Țara Românească

Cu mare entuziasm și deosebite eforturi, forțele unioniste din Moldova și Țara Românească l-au ales pe Alecsandru-Ioan Cuza Domn, 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, Alecsandru Ioan Cuza a reușit să învingă atât în Iași, cât și în București comploturile care i-au fost pregătite.

În luna februarie 1859, Domnul Alecsandru 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 domnului 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, dl. ing. Mircea Cosma, președintele Fundației Cultural-Istorice „Mihai Viteazul” a construit un bust la Florești Prahova și un monument de for public pentru Al. I. Cuza în curtea primăriei Gorgota, județul Prahova.

Administrația și populația orașului București i-au făcut o deosebită primire domnului Alecsandru-Ioan Cuza, iar domnul i-a răsplătit

acceptând, împreună cu celelalte personalități din Moldova, stabilirea capitalei statului Principatele Române Unite în orașul București.

Până la 11/23 februarie 1866, când dreapta și stânga din interior (albii/conservatorii reacționari-retrogazi pe față și liberalii progresiști/retrogazii mascați) și potrivnicii din exterior, l-au obligat pe Alecsandru Ioan Cuza să abdice.

Domnul Alecsandru-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 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 sfetnici apropiați, în frunte cu Mihail Kogălniceanu, Alecsandru-Ioan Cuza a desființat claca și a împrăștiat țărani, 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.

Activitatea autoritară a Domnului Alecsandru-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.

Domnul Alecsandru 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, precum și numărul și numele unității militare. Cu acest prilej, domnul 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 copii voștri! Steagul este încă simbolul devotamentului, credinței, 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 întreagă, 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;
- crearea unui corp specializat de administrație și intendență (august 1860);
- crearea unui corp specializat de genști militari (octombrie 1860);
- unirea întregii flote de Dunăre într-un corp unic de marină (octombrie 1860);
- organizarea Serviciului Sanitar sub conducerea dr. Carol Davilla (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

Domnul Alecsandru 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 Domn, cerându-i să oprească convoiul de căruțe, însă domnul 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.

Alecsandru Ioan Cuza a aprobat înființarea reciprocă de agenții diplomatice la București și la Belgrad. Tânărul stat român avea astfel cea de- 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.

Domnul Alecsandru 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 Domnului Alecsandru-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 domnului, care au fost încărcăți de favoruri considerau că totul e sfârșit.

Crezând în devotamentul armatei, Domnul Cuza se socotea apărat. Deși prefectul poliției colonelul Alexandru Beldiman își exprima teama de a nu fi ucis, Domnul Cuza zâmbea și-i răspundea: „Românul nu este asasin”. Domnul 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 Domnul Alecsandru 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 și pe Maria Obrenovici dornică să ajungă prima doamnă a României. Aceasta era fiica boierului Catargiu din Vrancea, fostă soție a principelui Obrenovici a Serbiei (decedat prea tânăr), era mai frumoasă și cu zece ani mai tânără decât principesa Elena Rosetti-Solescu și a intrat în sufletul Domnului 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, Domnul 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”.

Domnul Al. I. Cuza l-a certat pe col. Beldiman, prefectul poliției și acesta împreună cu personalul din subordinele sale au cercetat mahalalele, însă conspiratorii se găseau în centrul capitalei București. Prefectul l-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 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.

Domnul Alecsandru I. 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 dusesse bietul Cuza, el care ne-a dat pământ și ne-a făcut atâta bine”.

În cursul aceleiași nopți, Al. I. Cuza a fost transportat în casa lui Costache Ciocârlan (aproape de Spitalul Colțea), om de încredere a lui C.A. Rosetti, cu trăsura lui Ion Ghica. După o zi l-au adus la Palatul domnesc, unde se afla mai în „siguranță”. Politicienii liberali radicali C.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 Domn, Alecsandru 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 Alecsandru 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, C. A. Rosetti ș.a. Nu mai puțin de șase dintre membrii noii cârmuri 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 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 Alecsandru Ioan Cuza din orașul Florența/Italia, dorind să-și ceară iertare, însă n-a fost

primit. Acesta a participat la Războiul de Independență, 1877-1878 comandând (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.

Grigore Handoca născut în Vaslui a fost avansat în 1880, în gradul de colonel, după participarea la Războiul de Independență și 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.

În 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 salutat de prefectul Văcărescu, Câmpina, Sinaia, Predeal (granița cu Austria), unde a îmbrățișat santinela română aflată pe graniță.

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 celui detronat.

După câteva zile, așa cum fusese înțelegerea, Elena Cuza și copii 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 Alecsandru Ioan Cuza, trecându-i cu vederea rățăcirile omenești.

Împărtășindu-i exilul la Viena, Paris, Florența, 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 prefecții 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 Miclescu. 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 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 târâgnat executarea acelei dispoziții și nu a tras în mulțime.

Alecsandru 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 copii, până la granița Moldovei, el mai rămânând câteva zile la Lemberg, unde I. Brătianu a trimis pe prefectul de Suceava, rudă a lui 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 copii 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 franțuzul 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 răzbușnarea 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 Alecsandru. Acesta decedă și soția sa Smărandița 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 țițeiului, exportul de capital, precum și alte domenii au creat probleme foarte grave de ordin economico-social ș.a. în România.

Această situație, la care 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 înțeleghătoare cu ea, acceptând să-și vadă copii când dorea, deși frații ei îi cereau să divorțeze de Alecsandru. Maria Obrenovici a murit de o boală cronică la stomac, la trei ani după Alecsandru Ioan 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.

Alecsandru-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, Birlad. 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.

Alecsandru-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 domn al Moldovei, Dimitrie Cantemir (martie-aprilie 1693 și 1710-1711).

Doliul Țării

Moartea 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 țăranilor 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 țăranii 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. 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.

Aprecierile contemporanilor pentru Alecsandru 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, Alecsandru 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 sfteticul său, Mihail Kogălniceanu, domnul Alecsandru-Ioan Cuza și-a scris singur istoria: „Fața țarei este pagina istoriei lui Alecsandru Ioan Cuza. Alecsandru 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 Alecsandru-Ioan Cuza a fost și rămâne cel dintâi domn al României moderne, întemeietorul statului național român modern. Domnul 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, Alecsandru 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 folosise de slujbele avute în administrație pentru a face avere. Nici ca domn 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 Alecsandru-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,
 Nălțând 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 întreagă 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, Kahul.

De asemenea, numele domnului Cuza și a principesei Elena Cuza au fost date unor străzi, bulevarde și piețe. Domnului, soției sale și sfetnicilor 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), 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 dlui ing. 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 și Craiova. Așteptăm și primăria municipiului Bârlad să-și onoreze promisiunile făcute de mai multe ori, în ultimii ani. 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 Alecsandru Ioan Cuza în domniei de șapte ani, ne îndreptătesc să atragem atenția tuturor celor care cercetează evenimintele 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 Al. I. 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 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 trăsura, 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 exprimă îngrijorarea cu privire la modul cum este apreciată Unirea Principatelor Române din ianuarie 1859. Face apel la profesorii de istorie din toate instituțiile de învățământ pentru a trata 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, **Alecsandru-Ioan Cuza**, Editura Militară, București, 1973.
- [4] M. Mihalache, **Cuza Vodă**, Editura Tineretului, Tipografia Combinatului Poligrafic Casa Scânteii, Piața Scânteii nr.1 București, pag. 184-188, 211-235.

- [5] C.D. Iscru, **Monstruoasa coaliție și detronarea domnului Unirii Românilor, Alecsandru Ioan Cuza**, Editura Nicolae Bălcescu, București, 2000.
- [6] D. Siegfriedsohn, **Ofițerii care l-au arestat pe Alecsandru 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] C. Chiper, Evenimente istorice ale româniei sărbătorite în anul 2019, EUROINVENT - INTERNATIONAL WORKSHOP, Scientific, Technological and Innovative Research in Current European Context, 11th edition, 16 May 2019, Iasi, Topics: Scientific Inquiries through Elective Elaborations, (Editors: I.G. Sandu, I. Sandu, I.C. Negru and A.S. Ciornei), Ed. PIM, 2019, pp. 341-394.
- [11] C. Kirițescu, Istoria pentru întregirea României 1916-1919, Ediția a III-a, Vol. 1, Ed. Științifică și Enciclopedică, București, 1989, pag.238, 475, 462, 476-477, 479.
- [12] ***, **Istoria românilor**, volumul VII, Constituirea României moderne (1821-1878), Ed.Enciclopedică, București, 2003.
- [13] L. Borș, **Doamna Elena Cuza**, Ed. Pelendava, Craiova, 1992.
- [14] Th. Râșcanu, **Ruginoasa - Povestea unui castel blestemat**, Ed. Porțile Orientului, Iași, 1995.

