

**UNIVERSITATEA „TITU MAIORESCU”, BUCUREȘTI  
ȘCOALA DOCTORALĂ DE MEDICINĂ DENTARĂ**

**REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT**

**Conducător de doctorat:**

**Prof. Univ. Dr. Habil. Comăneanu Raluca Monica**

**Student-doctorand:**

**Chițescu-Boboc (căs. Biculescu) Alexandra Elena**

**UNIVERSITATEA „TITU MAIORESCU”, BUCUREȘTI  
ȘCOALA DOCTORALĂ DE MEDICINĂ DENTARĂ**

**STUDII ASUPRA BIOMATERIALELOR METALICE UTILIZATE ÎN  
PROTETICA DENTARĂ FIXĂ**

**Conducător de doctorat:**

**Prof. Univ. Dr. Habil. Comăneanu Raluca Monica**

**Student-doctorand:**

**Chițescu-Boboc (căs. Biculescu) Alexandra Elena**

## CUPRINS

INTRODUCERE .....	4
Ipoteza de lucru .....	5
Obiective generale .....	5
Metodologia generală a cercetării.....	6
STUDIUL I – COMPORTAMENTUL LA COROZIUNE AL ALIAJELOR CO-CR ÎN FUNȚIE DE METODA DE FABRICAȚIE ȘI PH-UL MEDIULUI SIMULAT .....	8
STUDIUL II – STUDIU OBSERVAȚIONAL ASUPRA PERCEPȚIEI TEHNICIENILOR DENTARI PRIVIND TEHNOLOGIILE DE TOPIRE-TURNARE ȘI SINTERIZARE .....	9
STUDIUL III – STUDIU EXPERIMENTAL COMPARATIV PRIVIND REZISTENȚA LA ÎNCOVOIERE A SISTEMELOR CERAMICĂ–ALIAJ CO-CR OBȚINUTE PRIN TURNARE ȘI PRINTARE 3D .....	10
DISCUȚII .....	11
CONCLUZII GENERALE .....	13
BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ.....	15

## INTRODUCERE

Materialele și tehnologiile utilizate în reabilitările protetice fixe au evoluat continuu ca urmare a progreselor recente făcute în medicina dentară contemporană. Datorită proprietăților lor mecanice superioare, durabilității ridicate și comportamentului lor favorabil în mediul oral, biomaterialele metalice reprezintă o componentă esențială a tratamentelor dentare. Aliajele metalice continuă să fie utilizate ca materiale de elecție în multe situații clinice, în special în restaurările care au cerințe funcționale crescute. Acest lucru rămâne valabil în ciuda progreselor semnificative realizate în domeniul materialelor ceramice și polimerice.

Necesitatea unei evaluări aprofundate și actualizate a comportamentului biomaterialelor metalice utilizate în protetica dentară fixă, în contextul diversificării metodelor moderne de fabricație și al creșterii cerințelor clinice, a fost motivul care a stat la baza alegerii acestei teme de doctorat. Utilizarea fluxurilor digitale CAD/CAM și a tehnologiilor de manufacturare aditivă, cum ar fi imprimarea 3D a aliajelor metalice, a schimbat radical modul în care sunt realizate restaurările protetice dentare. Aceste tehnologii au deschis noi perspective în ceea ce privește precizia dimensională, reproductibilitatea și personalizarea structurilor metalice. Cu toate acestea, au adus, de asemenea, nevoia de evaluare amănunțită a performanțelor mecanice și electrochimice ale materialelor obținute.

Din punct de vedere metodologic, această teză de doctorat îmbină analiza teoretică a biomaterialelor metalice cu investigații experimentale și observaționale efectuate folosind metode moderne, validate științific. Metodele utilizate permit corelarea caracteristicilor structurale și funcționale ale aliajelor dentare cu tehnicile de procesare utilizate și efectele clinice. Scopul cercetării a fost de a oferi o imagine a modului în care biomaterialele metalice se comportă în mediul oral prin utilizarea atât a testelor de laborator standardizate, cât și a analizelor descriptive și comparative.

Lucrarea este structurată în mai multe studii independente, fiecare dintre ele având un obiectiv clar, care ajută la fundamentarea concluziilor generale ale tezei.

Teza de doctorat își propune să îmbunătățească înțelegerea rolului biomaterialelor metalice în protetica dentară fixă, evidențiind beneficiile, dezavantajele și potențialele utilizări în tehnologiile de fabricație contemporane. Rezultatele oferă sprijin științific pentru a alege materialele și metodele cele mai eficiente pentru restaurările protetice. Calitatea actului medical și longevitatea tratamentului dentar sunt direct afectate de aceste metode.

## **Ipoteza de lucru**

Ipoteza de lucru a acestei teze de doctorat se bazează pe faptul că performanța biomaterialelor metalice utilizate în protetica dentară fixă depinde de o varietate de factori, inclusiv compoziția chimică a aliajelor, tehnica de fabricație utilizată și mediul în care acestea sunt utilizate.

Se consideră că aliajele cobalt-crom create folosind tehnologiile moderne de fabricație, în special prin imprimarea 3D, au particularități microstructurale diferite de cele obținute prin metode convenționale de turnare. Aceste particularități pot afecta comportamentul electrochimic, rezistența la coroziune și proprietățile mecanice ale restaurărilor protetice fixe. În acest caz, modificările microstructurale provocate de metoda de procesare pot afecta direct stabilitatea aliajelor din mediul oral, care este caracterizat prin modificări ale pH-ului, temperaturii și solicitărilor mecanice repetitive. Aceste variații pot stimula procesele de coroziune și descompunere a materialelor, care pot avea consecințe biologice și funcționale pe termen lung.

În aceeași măsură, ipoteza de lucru ia în considerare faptul că implementarea tehnologiilor digitale în protetica dentară este influențată de performanțele materiale demonstrate experimental. Percepțiile, experiența practică și nivelul de acceptare al tehnicienilor dentari sunt, de asemenea, importante pentru adoptarea și standardizarea noilor fluxuri tehnologice.

Prin urmare, această teză pornește de la ipoteza că abordarea integrată – atât experimentală, cât și observațională – permite o evaluare mai completă și mai realistă a biomaterialelor metalice utilizate în protetica dentară fixă. Prezenta lucrare științifică ajută la fundamentarea unor decizii clinico-tehnice bazate pe dovezi științifice.

## **Obiective generale**

Scopul general al acestei teze de doctorat este de a analiza în detaliu comportamentul biomaterialelor metalice care sunt utilizate în protetica dentară fixă. Acest lucru se realizează prin corelarea metodelor de fabricație cu proprietățile electrochimice, mecanice și efectele clinice ale biomaterialelor metalice.

Cercetarea urmărește o serie de obiective specifice interconectate pentru a atinge acest obiectiv general. Aceste obiective includ:

- urmărirea modului în care metodele de fabricație influențează comportamentul la coroziune al aliajelor cobalt-crom utilizate în restaurările dentare fixe indirecte, în condiții care simulează mediul oral;
- examinarea modul în care variațiile de pH afectează stabilitatea electrochimică a aliajelor metalice, folosind condiții clinice;
- analizarea comparativă a caracteristicilor electrochimice, microstructurale și chimice ale aliajelor Co-Cr obținute prin turnare convențională și imprimare 3D;
- determinarea diferențelor relevante din punct de vedere clinic între structurile metalice create prin metode tradiționale și cele obținute prin tehnologii moderne;
- evaluarea percepțiilor tehnicienilor dentari cu privire la utilizarea tehnologiilor de topire-turnare și sinterizare, precum și gradul de integrare a fluxurilor digitale în activitatea de laborator;
- examinarea relației dintre experiența practică a tehnicienilor dentari și preferințele lor pentru metode de fabricație specifice;
- determinarea rezistenței la încovoiere a sistemelor metalo-ceramice pe suport de aliaje cobalt-crom realizate prin diferite metode de fabricație;
- corelare rezultatelor obținute în cadrul studiilor experimentale și observaționale cu implicațiile clinice privind durabilitatea, fiabilitatea și performanța restaurărilor protetice fixe.

Prin atingerea acestor obiective, teza își propune să ajute la optimizarea alegerii materialelor și tehnologiilor utilizate în protetica dentară modernă, oferind suport științific pentru practica clinică bazată pe dovezi.

### **Metodologia generală a cercetării**

În prezenta lucrare, metodologia generală a cercetării a fost o abordare integrată. Acest lucru a fost făcut pentru a obține o înțelegere mai profundă a modului în care funcționează biomaterialele metalice utilizate în protetica dentară fixă. Acest lucru a combinat metode experimentale de laborator cu metode observaționale.

Cercetarea a fost structurată în trei direcții metodologice principale, fiecare reprezentând studiile care au fost prezentate în secțiunea personală a tezei.

În primul rând, cercetarea s-a concentrat pe evaluarea comportamentului la coroziune

al aliajelor de cobalt-crom care sunt utilizate în protetica dentară fixă. Acest studiu experimental a fost efectuat in vitro. Pentru a realiza o analiză comparativă relevantă, probele metalice au fost construite folosind două metode de fabricație diferite: turnare convențională și manufacturare aditivă, sau imprimare 3D. Testările au fost efectuate în soluții de salivă artificială cu diferite niveluri de pH. Aceste soluții au modelat diferite condiții clinice. Analiza electrochimică a cuprins evaluarea potențialului de circuit deschis, testele de polarizare potențiodinamică și analiza Tafel. Toate aceste metode sunt validate și sunt utilizate frecvent în evaluarea coroziunii biomaterialelor dentare. Analizele microstructurale și chimice au fost efectuate prin microscopie electronică de scanare (SEM) și spectrometrie de raze X cu dispersie de energie (EDS). Aceste analize au evidențiat modificările de suprafață și compoziție asociate cu procesele de degradare.

Un studiu care a folosit un chestionar structurat adresat tehnicienilor dentari a demonstrat a doua direcție metodologică. Scopul acestui studiu a fost de a evalua experiența profesională, practicile curente de laborator, percepțiile comparative cu metodele de fabricație a componentei metalice și gradul de adoptare a tehnologiilor digitale. A fost efectuată o analiză descriptive și inferențială a datelor colectate pentru a identifica tendințe, legături și diferențe semnificative între grupurile studiate.

În cea de-a treia direcție de cercetare, cercetarea experimentală comparativă a comportamentului mecanic al diferitelor structuri metalo-ceramice s-a concentrat pe determinarea rezistenței la încovoiere. Aliajele de cobalt-crom care au fost fabricate prin turnare tradițională și imprimare 3D au fost folosite pentru a crea probele. Peste ele a fost aplicat stratul ceramic adecvat. Conform standardelor internaționale, au fost efectuate teste mecanice de încovoiere în trei puncte. Concluziile acestor teste au oferit posibilitatea de a evalua impactul metodei de fabricație asupra comportamentului mecanic și a fiabilității clinice a restaurărilor protetice.

Cercetarea oferă o abordare coerentă și aprofundată a biomaterialelor metalice utilizate în protetica dentară fixă prin corelarea rezultatelor obținute în cadrul celor trei direcții metodologice. Acest lucru se realizează prin integrarea datelor experimentale obiective cu informații relevante din practica actuală de laborator.

## **STUDIUL I – COMPORTAMENTUL LA COROZIUNE AL ALIAJELOR CO-CR ÎN FUNCTIE DE METODA DE FABRICAȚIE ȘI PH-UL MEDIULUI SIMULAT**

Primul studiu experimental a avut ca scop evaluarea comportamentului la coroziune al aliajelor cobalt-crom utilizate în protetica dentară fixă, în funcție de metoda de fabricație aleasă și de variațiile pH-ului mediului simulat. Aliajele Co-Cr reprezintă una dintre cele mai utilizate categorii de biomateriale metalice datorită rezistenței mecanice ridicate, biocompatibilității și costurilor relativ reduse comparativ cu aliajele nobile. Totuși, comportamentul lor electrochimic poate fi influențat semnificativ de metoda de prelucrare și de condițiile mediului oral.

În cadrul acestui studiu au fost analizate două tipuri de structuri metalice realizate din același tip de aliaj Co-Cr, dar prin metode de fabricație diferite: turnare convențională și manufacturare aditivă prin tehnologia SLM (Selective Laser Melting). Probele au fost supuse unor teste electrochimice în medii simulate de salivă artificială, cu valori diferite de pH, pentru a reproduce condițiile variabile întâlnite în cavitatea orală.

Metodologia de analiză a inclus teste de polarizare potențiodinamică, determinarea potențialului de coroziune și a densității curentului de coroziune, precum și analize de suprafață prin microscopie electronică de scanare (SEM) și spectrometrie de dispersie de energie (EDS).

Aceste metode au permis evaluarea atât a comportamentului electrochimic, cât și a modificărilor microstructurale ale probelor.

Rezultatele studiului au evidențiat diferențe semnificative între aliajele obținute prin turnare și cele realizate prin tehnologia SLM. Structurile fabricate aditiv au prezentat o microstructură mai fină și o distribuție mai uniformă a elementelor de aliaj, ceea ce a condus la o rezistență la coroziune superioară în anumite condiții de pH. De asemenea, variațiile de pH au influențat direct parametrii electrochimici, mediile acide favorizând procesele de degradare electrochimică.

Studiul a demonstrat că metoda de fabricație are un impact semnificativ asupra comportamentului electrochimic al aliajelor Co-Cr, iar tehnologiile de manufacturare aditivă pot oferi avantaje în ceea ce privește rezistența la coroziune și stabilitatea materialului în mediul oral.

## **STUDIUL II – STUDIU OBSERVAȚIONAL ASUPRA PERCEPȚIEI TEHNICIENILOR DENTARI PRIVIND TEHNOLOGIILE DE TOPIRE-TURNARE ȘI SINTERIZARE**

Al doilea studiu a avut un caracter observațional și a urmărit evaluarea percepției tehnicienilor dentari asupra tehnologiilor utilizate în prelucrarea aliajelor metalice, în special a metodelor tradiționale de topire-turnare și a tehnologiilor moderne de sinterizare sau manufacturare aditivă.

Scopul principal al studiului a fost de a analiza nivelul de cunoaștere, gradul de utilizare și preferințele tehnicienilor dentari în raport cu aceste tehnologii, precum și factorii care influențează alegerea unei metode de fabricație în practica de laborator.

Studiul a fost realizat pe baza unui chestionar structurat, distribuit tehnicienilor dentari activi în laboratoare de tehnică dentară. Chestionarul a inclus întrebări referitoare la experiența profesională, tipurile de tehnologii utilizate curent, percepțiile asupra avantajelor și dezavantajelor fiecărei metode, precum și tendințele anticipate pentru viitorul proteticii metalice.

Analiza rezultatelor a evidențiat faptul că, deși metodele tradiționale de turnare continuă să fie larg utilizate, tehnologiile digitale și procesele de sinterizare sau imprimare 3D câștigă tot mai mult teren în laboratoarele moderne. Tehnicienii au recunoscut avantajele tehnologiilor digitale în ceea ce privește precizia, reproducibilitatea și reducerea erorilor umane, însă au fost menționate și limitări legate de costurile inițiale ridicate și necesitatea instruirii suplimentare.

Studiul a evidențiat o tendință clară de tranziție către fluxuri de lucru digitale, confirmând faptul că tehnologiile de fabricație aditivă și CAD/CAM devin din ce în ce mai relevante în practica protetică contemporană.

### **STUDIUL III – STUDIU EXPERIMENTAL COMPARATIV PRIVIND REZISTENȚA LA ÎNCOVOIERE A SISTEMELOR CERAMICĂ–ALIAJ CO-CR OBTINUTE PRIN TURNARE ȘI PRINTARE 3D**

Al treilea studiu experimental a avut ca obiectiv compararea rezistenței la încovoiere a sistemelor metalo-ceramice realizate pe infrastructuri din aliaj cobalt-crom, obținute prin două metode diferite de fabricație: turnare convențională și imprimare 3D.

Rezistența la încovoiere a sistemelor metalo-ceramice reprezintă un parametru esențial pentru evaluarea durabilității restaurărilor protetice, întrucât acestea sunt supuse constant unor solicitări mecanice complexe în mediul oral. Metoda de fabricație a infrastructurii metalice poate influența microstructura aliajului, aderența ceramicii și comportamentul mecanic al întregului sistem.

În cadrul studiului au fost realizate probe metalo-ceramice standardizate, folosind același tip de aliaj cobalt-crom, dar prelucrat prin două metode diferite: turnare convențională și manufacturare aditivă prin tehnologia SLM. Pe aceste infrastructuri metalice a fost aplicat un strat ceramic conform protocoalelor tehnologice specifice.

Testarea mecanică a fost realizată prin testul de încovoiere în trei puncte, utilizând un echipament de testare universal, conform standardelor aplicabile. Parametrul principal analizat a fost rezistența la încovoiere a sistemului metalo-ceramic, corelată cu tipul de infrastructură metalică utilizată.

Rezultatele studiului au evidențiat diferențe între cele două grupuri analizate, sugerând influența metodei de fabricație asupra comportamentului mecanic al sistemului ceramică–metal. Structurile obținute prin tehnologia de imprimare 3D au prezentat valori comparabile sau superioare ale rezistenței la încovoiere, datorită microstructurii mai omogene și a densității ridicate a materialului.

Concluziile studiului subliniază faptul că tehnologiile de manufacturare aditivă pot reprezenta o alternativă viabilă la metodele convenționale, oferind proprietăți mecanice adecvate și un potențial crescut de standardizare a procesului de fabricație.

## DISCUȚII

Rezultatele obținute în cadrul celor trei studii incluse în această teză oferă o perspectivă integrată asupra comportamentului biomaterialelor metalice utilizate în protetica dentară fixă, atât din punct de vedere experimental, cât și din perspectiva practicii tehnico-clinice. Analiza comparativă a metodelor de fabricație, a comportamentului electrochimic și a proprietăților mecanice ale aliajelor cobalt-crom a evidențiat influența directă a tehnologiei de prelucrare asupra performanței materialelor.

Primul studiu a demonstrat că metoda de fabricație are un impact semnificativ asupra comportamentului la coroziune al aliajelor Co-Cr. Structurile obținute prin tehnologia de manufacturare aditivă au prezentat o microstructură mai fină și o distribuție mai uniformă a elementelor de aliaj, ceea ce a contribuit la o rezistență la coroziune superioară în anumite condiții de mediu. Aceste rezultate sunt relevante din punct de vedere clinic, întrucât coroziunea reprezintă unul dintre factorii principali care pot afecta durabilitatea restaurărilor metalice și biocompatibilitatea acestora în mediul oral.

Variațiile de pH simulate în cadrul studiului au demonstrat că mediile acide favorizează procesele electrochimice de degradare, confirmând faptul că fluctuațiile mediului oral pot influența comportamentul materialelor dentare. Acest aspect subliniază importanța selecției biomaterialelor și a tehnologiilor de fabricație în funcție de condițiile clinice specifice fiecărui pacient.

Al doilea studiu, cu caracter observațional, a oferit o perspectivă practică asupra modului în care tehnologiile tradiționale și cele moderne sunt percepute și utilizate în laboratoarele de tehnică dentară. Rezultatele au indicat o utilizare încă predominantă a metodelor convenționale de turnare, însă cu o tendință evidentă de tranziție către tehnologiile digitale și procesele de sinterizare sau imprimare 3D. Această evoluție reflectă transformările actuale din domeniul proteticii dentare, unde digitalizarea fluxurilor de lucru devine tot mai frecventă.

Tehnicienii dentari au recunoscut avantajele tehnologiilor digitale, în special în ceea ce privește precizia, reproductibilitatea și reducerea erorilor umane. Totuși, costurile inițiale ridicate și necesitatea instruirii suplimentare au fost identificate ca factori limitativi în adoptarea pe scară largă a acestor tehnologii. Aceste observații sunt în concordanță cu rezultatele studiilor experimentale, care sugerează că tehnologiile moderne pot oferi performanțe superioare, dar implică schimbări semnificative în infrastructura și formarea profesională.

Cel de-al treilea studiu experimental a analizat rezistența la încovoiere a sistemelor metalo-ceramice realizate pe infrastructuri Co-Cr obținute prin metode diferite de fabricație. Rezultatele au arătat că structurile realizate prin manufacturare aditivă prezintă valori comparabile sau superioare ale rezistenței la încovoiere față de cele obținute prin turnare convențională. Acest fapt poate fi explicat prin microstructura mai omogenă, densitatea ridicată și reducerea defectelor interne, caracteristice proceselor de imprimare 3D.

Corelarea rezultatelor celor două studii experimentale evidențiază o tendință comună: tehnologiile de manufacturare aditivă pot influența pozitiv atât comportamentul electrochimic, cât și proprietățile mecanice ale aliajelor Co-Cr. Aceste rezultate susțin ideea că metodele moderne de fabricație nu reprezintă doar o alternativă tehnologică, ci pot contribui la îmbunătățirea performanțelor clinice ale restaurărilor protetice.

Integrarea rezultatelor studiului observațional cu cele ale studiilor experimentale sugerează că evoluția tehnologiilor de fabricație trebuie analizată nu doar din punct de vedere material și mecanic, ci și din perspectiva adaptării profesionale și tehnologice a laboratoarelor de tehnică dentară. Adoptarea noilor tehnologii depinde atât de beneficiile clinice demonstrate științific, cât și de accesibilitatea economică și de nivelul de pregătire al personalului.

În ansamblu, rezultatele tezei evidențiază faptul că metoda de fabricație influențează în mod direct performanțele biomaterialelor metalice utilizate în protetica dentară fixă. Tehnologiile de manufacturare aditivă oferă avantaje importante în ceea ce privește controlul microstructurii, reproducibilitatea și proprietățile mecanice, ceea ce le conferă un potențial semnificativ în practica protetică modernă.

Cu toate acestea, tranziția către aceste tehnologii necesită o evaluare atentă a costurilor, a infrastructurii necesare și a nivelului de instruire profesională. Prin urmare, integrarea optimă a noilor tehnologii în protetica dentară trebuie să fie susținută atât de dovezi științifice, cât și de strategii educaționale și economice adecvate.

## CONCLUZII GENERALE

Prezenta lucrare de doctorat a avut ca obiectiv principal evaluarea comportamentului biomaterialelor metalice utilizate în protetica dentară fixă, prin corelarea metodelor de fabricație cu proprietățile electrochimice, mecanice și cu tendințele actuale din practica tehnico-protetică. Pe baza rezultatelor obținute în cele trei studii realizate, pot fi formulate următoarele concluzii generale:

1. Aliajele cobalt-crom rămân biomateriale de bază în protetica dentară fixă, datorită rezistenței mecanice ridicate, biocompatibilității și costului redus comparativ cu aliajele nobile.
2. Metoda de fabricație influențează semnificativ comportamentul electrochimic al aliajelor Co-Cr, structurile obținute prin manufacturare aditivă prezentând o microstructură mai fină și o distribuție mai uniformă a elementelor de aliaj.
3. Aliajele fabricate prin tehnologia SLM au demonstrat o rezistență la coroziune comparabilă sau superioară celor obținute prin turnare convențională, în funcție de condițiile mediului simulat.
4. Variațiile pH-ului mediului oral influențează direct comportamentul la coroziune al aliajelor metalice, mediile acide favorizând procesele electrochimice de degradare.
5. Tehnologiile moderne de fabricație, precum CAD/CAM și imprimarea 3D, sunt percepute pozitiv de tehnicienii dentari, în special datorită preciziei crescute și reproductibilității procesului tehnologic.
6. Metodele convenționale de turnare sunt încă larg utilizate în laboratoarele de tehnică dentară, însă există o tendință clară de tranziție către fluxuri digitale și tehnologii de manufacturare aditivă.
7. Principalele bariere în adoptarea tehnologiilor digitale sunt costurile inițiale ridicate și necesitatea formării profesionale suplimentare, aspecte care influențează ritmul implementării acestora în practica curentă.
8. Rezistența la încovoiere a sistemelor metalo-ceramice este influențată de metoda de fabricație a infrastructurii metalice, datorită diferențelor microstructurale și de densitate a materialului.
9. Structurile realizate prin manufacturare aditivă au prezentat valori comparabile sau superioare ale rezistenței la încovoiere, indicând un comportament mecanic favorabil pentru utilizarea clinică.

10. Tehnologiile de manufacturare aditivă oferă un potențial crescut de standardizare și control al proprietăților materialelor, contribuind la obținerea unor restaurări protetice cu performanțe predictibile.
11. Corelarea rezultatelor celor trei studii evidențiază avantajele tehnologiilor moderne de fabricație, atât din punct de vedere electrochimic, cât și mecanic, în comparație cu metodele convenționale.
12. Integrarea tehnologiilor digitale în protetica dentară trebuie realizată gradual, ținând cont de costuri, infrastructură și necesitatea pregătirii profesionale adecvate.
13. Rezultatele tezei contribuie la fundamentarea selecției biomaterialelor și a metodelor de fabricație în funcție de cerințele clinice, oferind suport științific pentru optimizarea tratamentelor protetice fixe.
14. Direcțiile viitoare de cercetare ar trebui să se concentreze pe optimizarea compoziției aliajelor, a parametrilor de procesare aditivă și pe evaluarea comportamentului clinic pe termen lung al structurilor metalice fabricate digital.

## BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. Biculescu, A.E., Popescu, A.I., Ionescu, T.-P., Ciorniciuc, I.A.M., et al. Evaluation of Flexural Resistance in Co-Cr Ceramic Systems: Conventional Casting Versus 3D Printing—A Pilot Study. *Dentistry Journal*. 2025;13:583.
2. Biculescu, A.E., Popescu, A.I., Ciorniciuc, I.A.M., Voinea-Georgescu, R.N., et al. Electrochemical corrosion behavior of cast and SLM Co-Cr dental alloys in artificial saliva with variable pH. *Journal of Medicine and Life*. 2025;18(11):1010–1015.
3. Padrós, R., Giner-Tarrida, L., Herrero-Climent, M., Punset, M., Gil, F.J. Corrosion resistance and ion release of dental prosthesis of CoCr obtained by CAD-CAM milling, casting and laser sintering. *Metals*. 2020;10(6):827.
4. Han, X., Sawada, T., Schille, C., et al. Comparative analysis of mechanical properties and metal-ceramic bond strength of Co-Cr dental alloy fabricated by different manufacturing processes. *Materials*. 2018;11(10):1801.
5. Vasylyev, M.O., Mordyuk, B., Voloshko, S.M., Gurin, P.O. Microstructure of Co–Cr dental alloys manufactured by casting and selective laser melting. *Progress in Physics of Metals*. 2022.
6. Xin, X.Z., Chen, J., Xiang, N., Wei, B. Surface properties and corrosion behavior of Co-Cr alloy fabricated with selective laser melting technique. *Cell Biochemistry and Biophysics*. 2013.
7. Baciú, E.R., Bobu, L., Cimpoeșu, R., et al. Corrosion behavior of Co-Cr-W alloys processed by SLM technique. *Prosthesis*. 2025;7:27.
8. Dimitriadis, K., Foteinidis, G., Kosarli, M., et al. Microstructure and mechanical properties of Co-Cr alloy fabricated by selective laser melting technology. *Journal of Materials Engineering and Performance*. 2022.
9. Yan, X., Xu, Y., Wu, Y., Lin, H. Effects of heat treatment on metal-ceramic combination of selective-laser-melted cobalt-chromium alloy. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2018.
10. Kim, H.R., Jang, S.H., Kim, Y.K., et al. Microstructures and mechanical properties of Co-Cr dental alloys fabricated by three CAD/CAM-based processing techniques. *Materials*. 2016.
11. Contuzzi, N., Casalino, G., Boccaccio, A., et al. Metals biotribology and oral microbiota biocorrosion mechanisms. *Journal of Functional Biomaterials*. 2022.
12. Bechir, F., Bataga, S.M., Ungureanu, E., et al. Experimental study regarding the behavior at different pH of two types of Co-Cr alloys used for prosthetic restorations. *Materials*. 2021;14:4635.
13. Lu, C., Zheng, Y., Zhong, Q. Corrosion of dental alloys in artificial saliva with *Streptococcus mutans*. *PLoS One*. 2017.
14. Hancu, V., Comăneanu, R.M., Coman, C., et al. In vitro studies regarding the corrosion resistance of NiCr and CoCr dental alloys. *Revista de Chimie*. 2014.
15. Comăneanu, R.M., Hancu, V., Barbu, H.M., et al. Comparative assessment of biocompatibility of NiCr and CoCr alloys used in metal-fused-to-ceramic technology. *Revista de Chimie*. 2015.
16. Atapek, S., Dikova, T., Aktaş, G., et al. Tribo-corrosion behavior of cast and selective laser melted Co-Cr alloy for dental applications. *Machines, Technologies, Materials*. 2016.

17. Stamenković, D., Popović, M., Rudolf, R., et al. Comparative study of the microstructure and properties of cast-fabricated and 3D-printed laser-sintered Co-Cr alloys. *Materials*. 2023.
18. Sripairojn, S., Juntavee, N., Juntavee, A. Comparison of internal accuracy of ceramic-veneered sintered metal versus cast metal restoration. *European Journal of Dentistry*. 2025.