



UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE

„CAROL DAVILA” din BUCUREȘTI



UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE

„CAROL DAVILA”, BUCUREȘTI

ȘCOALA DOCTORALĂ

DOMENIUL MEDICINĂ DENTARĂ

*Materiale utilizate pentru supraprotezări în reabilitările orale  
cu ajutorul implanturilor*

**REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT**

**Conducător de doctorat:**

**PROF. UNIV. DR. Mihai AUGUSTIN**

**Student-doctorand:**

**CIOCHINDĂ Gabriel**

**ANUL 2023**

---

**UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE „CAROL DAVILA” din BUCUREȘTI**

Strada Dionisie Lupu nr. 37 București, Sector 2, 020021 România, Cod fiscal: 4192910

Cont: RO57TREZ70220F330500XXXX, Banca: TREZORERIE sect. 2

+40.21 318.0719; +40.21 318.0721; +40.21 318.0722

[www.umfcd.ro](http://www.umfcd.ro)

# CUPRINS

<b>Introducere.....</b>	<b>1</b>
<b>I. Partea generală.....</b>	<b>6</b>
<b>Capitolul 1. Aspecte privind reabilitarea implanto-protetică.....</b>	<b>6</b>
1.1. Modificarea zonelor anatomice în edentația parțială .....	6
1.2. Modificarea zonelor anatomice în edentația totală .....	8
1.3. Tratamentul implanto-protetic .....	10
1.4. Variante de supraprotezare pe implant.....	21
<b>Capitolul 2. Materiale utilizate în supraprotezarea pe implanturi dentare ...</b>	<b>25</b>
2.1 Materiale folosite în structurile din supraprotezarea cu ajutorul implanturilor .....	25
2.2. Categoriile de materiale .....	26
2.3 Biomateriale inovatoare .....	35
<b>II. Contribuții personale .....</b>	<b>41</b>
<b>Capitolul 3. Studii privind influența procesului de turnare a aliajelor utilizate în restaurările implanto-protetice asupra compoziției chimice și asupra caracteristicilor microstructurale .....</b>	<b>44</b>
3.1 Introducere .....	44
3.2 Material și metodă.....	45
3.3 Rezultate.....	59
3.4. Discuții .....	126
<b>Capitolul 4. Caracterizarea complexă a unui aliaj potențial biocompatibil din sistemul binar Ti-Zr pentru utilizarea în reabilitarea implanto-protetică .....</b>	<b>132</b>
4.1 Introducere .....	132
4.2 Material și metodă.....	132
4.3 Rezultate.....	133
4.4 Discuții .....	153

<b>Capitolul 5. Cercetare statistică cu privire la materialele și tehnicile folosite în tratamentele implanto-protetice.....</b>	<b>157</b>
5.1. Introducere .....	157
5.2. Metodologia de cercetare .....	157
5.3. Rezultate.....	158
5.4. Discuții .....	176
<b>Capitolul 6. Concluzii și contribuții proprii .....</b>	<b>197</b>
6.1 Concluzii .....	197
6.2. Contribuții proprii .....	202
6.3 Direcții viitoare de cercetare .....	202
<b>Bibliografie .....</b>	<b>204</b>

# 1. Sinteza ideilor principale expuse în teza de doctorat

## 1.1. Introducere

Tendința de evoluție în domeniul industriei medicale dentare este fulminantă. Schimbarea de paradigmă către tehnici și materiale biologice cu proprietăți mecanice și funcționale durabile, adaptate și integrate, care urmăresc dezvoltarea unor legături naturale umane și mai mult, care fac parte sau provin din corpul uman (os uman pentru augmentare osoasă și celule stem pentru creșterea mugurilor dentari) este resimțită pregnant ca o eliberare.

Anii în care au fost utilizate metale toxice, vin să încheie o etapă care de altfel a fost extrem de necesară evoluției stomatologiei. Bine-cunoscutele restaurări din amalgam cu concentrații crescute de mercur (51%) încă sunt prezente la mulți pacienți. Intoxicațiile cu metale și mercur au făcut obiectul unor cercetări majore în cadrul școlilor germane și au relevat informații vitale cu privire la gradul de intoxicație și relația pe care otrăvirea în timp cu metale o are pentru organismul uman [1]. La început se punea întrebarea dacă diversele intoxicații provin într-adevăr de la obturațiile cu amalgamuri. Toxicologii au descoperit că în definitiv, intoxicația cu mercur nu are o incidență valorică în sânge sau urină ci se sintetizează la nivelul creierului, a rinichilor și a ficatului. Foarte multe forme de cancer sunt corelate cu eliberarea particulelor de mercur [2] [3].

Apreciez că cercetările legate de obturațiile cu amalgam au constituit un punct de plecare esențial pentru deschiderea orizonturilor către studiul metalelor utilizate la realizarea suprastructurilor protetice. Există un interes internațional vădit pentru acest domeniu și tocmai din aceste considerente practica stomatologică internațională se bazează pe utilizarea cu preponderență a biomaterialelor.

Astfel că acest domeniu este încă nou pentru mulți specialiști care abia descoperă efectele pe care metalele, compușii și cimenturile le au asupra sănătății umane [4].

Modificările anatomice pe care edentația, fie cea unidentară, parțială sau totală, le produce asupra aparatului stomatognat și asupra organismului uman, necesită abordări diferite în vederea restabilirii funcțiilor pierdute. Variantele de supraprotezare pentru reabilitările cu ajutorul implanturilor sunt stabilite în funcție de situația clinică existentă și în urma corelării informațiilor obținute prin investigațiile paraclinice. Tratamentul implanto-protetic urmărește refacerea structurilor edentate din punct de vedere biologic, biomecanic, ocluzo-articular, neuro-

muscular și nu în ultimul rând estetic. [5]

Reabilitarea edentațiilor, stabilirea tipurilor de implant precum și măsurarea zonelor osoase primitive se realizează în urma unui diagnostic și plan de tratament.

După efectuarea anamnezei, analizelor clinice și paraclinice se poate aprecia dacă pacientul este sau nu eligibil pentru efectuarea operației de inserare implantară. [6] [7] [8] [9]

Structura implanto-protetică se poate utiliza atât în cazul edentațiilor unidentare, cât și a celor întinse, sub-totale/totale prin realizarea unor lucrări protetice fixe sau amovibile. [10]

Materialele utilizate pentru realizarea structurilor lucrărilor protetice pe implanturi interacționează cu organismul uman și sunt inserate într-un sistem viu pentru a comunica cu acesta și pentru a se integra, cu scopul de a recrea condițiile fiziologice pierdute.

Fiecare caz necesită o soluție adaptată, materiale cu proprietăți, structuri, aliaje diferite fără ca materialul să se uzeze în timp sau să genereze efecte negative pentru organismul uman.

Pentru realizarea lucrărilor protetice cu agregare implantară sunt folosite diverse categorii de materiale, cum ar fi: materiale ceramice, polimerice, aliaje metalice nobile și ne-nobile, sisteme binare Ti-Zr și biomateriale inovatoare ca BioHpp-ul, graphene-ul etc. [11] [12]

## **1.2. Metodologia de cercetare**

Pentru elaborarea părții generale a tezei de doctorat am realizat o sinteză a literaturii de specialitate de la nivel național și internațional, care a constituit suport pentru redactarea lucrării și care m-a ajutat pentru o mai bună susținere a argumentelor prezentate. Astfel că teza de doctorat are un caracter interdisciplinar deoarece a implicat interacțiunea și cu domeniul statistic, cu ingineria materialelor, cu domeniul tehnicii dentare, cu domeniul toxicologiei, al alergologiei, al imunologiei și al biofizicii.

Partea personală debutează cu un studiu comparativ între două aliaje metalice Cr-Ni (Ni-Cr-Mo) și Cr-Co (Co-Cr-Mo-W), utilizate frecvent în suprastructurile protetice în care am urmărit să evaluez modificările compoziționale care se produc în urma turnărilor repetate prin folosirea aceluiași creuzet și a reutilizării aliajelor rămase după turnare.

Pornind de la studierea unui aliaj binar de Ti-18Zr aflat pe piața comercială am aprofundat cercetarea mea prin analize aplicate în laborator pe aliaje de metale, cu scopul de a determina fiabilitatea utilizării în reabilitarea implanto-protetică a unei concentrații mai mari a zirconiului - 20Zr - în aliaj cu titanul. Așadar am realizat o caracterizare complexă a aliajului potențial

biocompatibil din sistemul binar Ti-20Zr.

La final am abordat metoda aplicării unei anchete pe bază de chestionar pe un eșantion determinat de 55 de medici stomatologi. Răspunsurile acestora au fost analizate din punct de vedere statistic cu ajutorul soft-ului Jamovi, prin aplicarea testului chi pătrat al gradului de corespondență și de asemenea răspunsurile au fost interpretate cantitativ și calitativ.

### **1.3. Ipoteze și obiective de cercetare**

În urma analizării literaturii de specialitate am concluzionat că printre cele mai utilizate variante de supraprotezare pe implant sunt cele pe bază de aliaje metalice.

Studiile științifice abordează frecvent tema efectelor pe care materialele utilizate în supraprotezări le au asupra organismului uman. Prin eliberarea de ioni de metal ca rezultat al interacțiunii aliajelor metalice în prezența electrolitului salivar sunt generate efecte toxice asupra țesuturilor vii, respectiv reacții alergice și carcinogene etc. De asemenea, metalele prezente în compoziția aliajului metalic au efecte nedorite/nocive asupra organismului uman. Având în vedere fenomenele care apar în această interacțiune dintre aliajele metalice din cavitatea bucală am urmărit să realizez o teză care să abordeze studii de laborator prin care să pot argumenta științific cauzele efectelor menționate anterior. Așadar am structurat ipotezele de cercetare pornind de la următoarele afirmații:

- A. Prin utilizarea metodelor de turnare clasică a unora dintre cele mai folosite aliaje metalice în laboratorul de tehnică dentară respectiv Cr-Ni și Cr-Co apar modificări compoziționale ca urmare a reutilizării creuzetelor, precum și în cazul folosirii de aliaj retopit.
- B. Prin adăugarea unui procent crescut de 20% de oxid de zirconiu în aliajul binar Ti-Zr proprietățile structurale și fizico-mecanice și chimice rezultate sunt îmbunătățite față de aliajul de Ti-V-Al și față de produsele aflate pe piața comercială.
- C. Abordarea metodelor și tehnicilor de realizare a materialelor din care sunt confecționate suprastructurile protetice pe implant nu sunt un subiect dezbătut între tehnicianul dentar și medicul stomatolog;
- deși oferta de materiale pentru realizarea suprastructurilor lucrărilor protetice este tot mai mare și au apărut materiale inovative, în cabinetele de medicină dentară se folosesc pe scară largă metodele clasice de structură metalică cu diferite acoperiri.

1.3.1. **Obiectivele de cercetare** sunt legate în mod direct de scopul tezei de doctorat și de fiecare ipoteză.

#### Obiectivele pentru ipoteza A

1. Testarea în laborator a proprietăților fizice și chimice a aliajelor de materiale Cr-Ni și Cr-Co, care au fost supuse unui proces de reciclare prin turnări repetate a aliajelor și utilizări repetate ale creuzetelor.

#### Obiectivele pentru ipoteza B:

1. Analizarea în laborator a unui aliaj binar pe bază Ti-Zr, dar cu o compoziție mai ridicată de zirconiu, respectiv de 20% Zr.
2. Stabilirea metodei de prelucrare a aliajului.
3. Determinarea proprietăților fizice și mecanice ale aliajului rezultat și evaluarea acestuia pe baza unor criterii prestabilite.
4. Evaluarea fiabilității utilizării materialului rezultat în restaurările orale.

#### Obiectivele pentru ipoteza C:

1. Elaborarea unor întrebări care să conducă la aflarea variabilelor conținute de ipoteză.
2. Diseminarea unui chestionar către un număr determinat de medici stomatologi.
3. Realizarea interpretării răspunsurilor din punct de vedere calitativ și cantitativ și modelarea statistică a acestora.

## **2. Sinteza capitolelor tezei de doctorat**

Teza de doctorat este structurată în două părți după cum urmează:

**Partea generală** cuprinde date din literatura de specialitate cu privire la tema abordată și este structurată în două capitole.

**Capitolul 1** – Aspecte privind reabilitarea implanto-protetică - cuprinde în subcapitole detalii teoretice referitoare la modificarea zonelor anatomice în edentația parțială, modificarea zonelor anatomice în edentația totală, tratamentul implanto-protetic, aspecte generale privind etapa chirurgicală de inserare a implanturilor dentare, bontul protetic, aspecte generale privind etapa protetică de realizare a restaurărilor implanto-purtate și variante de supraprotezare pe implant.

**Capitolul 2** - Materiale utilizate în supraprotezarea pe implanturi dentare - abordează aspecte privind categoriile de materiale folosite cel mai des în laboratorul de tehnică dentară a suprastructurilor pe implanturi și privind biomateriale inovatoare.

**Partea personală** conține contribuția adusă prin studii proprii și este structurată pe trei capitole, respectiv capitolul 3, 4 și 5, unde sunt prezentate studiile realizate și concluziile care s-au desprins din acestea, capitole ce vor fi expuse în continuare. Concluziile și contribuțiile proprii sunt prezentate în cuprinsul capitolului 6.

### **Capitolul 3 - Studii privind influența procesului de turnare a aliajelor utilizate în restaurările implanto-protetice asupra compoziției chimice și a caracteristicilor microstructurale**

#### **3.1. Material și metodă**

Prin acest studiu am cercetat modificările compoziționale ce apar în urma folosirii de creuzete noi și vechi și situația folosirii de aliaj retopit.

Au fost analizate două aliaje frecvent folosite în practica curentă pentru restaurările implanto-protetice: SOLIBOND N (Ni-Cr) și SOLIBOND C plus (Co-Cr).

Testările au vizat pastilele de metal așa cum sunt distribuite pe piață, aliajele după prima turnare, aliajele după turnare în amestec 50% aliaj nou/ 50% aliaj retopit, precum și aliajele turnate prin retopirea 100% a resturilor din turnături anterioare. Pentru a avea o imagine mai bună s-au folosit spre comparație creuzete ceramice noi precum și creuzete ceramice refolosite după următoarea schemă (Tabel III. 1).



**Tabel 1**

*Schema pieselor supuse spre analizare*

<i>Ni-Cr – pastile metal    Co-Cr – pastile metal</i>			
<i>Ni-Cr – Creuzet nou Prima turnare</i>	<i>Ni-Cr – Creuzet refolosit Prima turnare</i>	<i>Co-Cr – Creuzet nou Prima turnare</i>	<i>Co-Cr – Creuzet refolosit Prima turnare</i>
<i>Ni-Cr – Creuzet nou Turnare amestec ½ con, ½ nou</i>	<i>Ni-Cr – Creuzet refolosit Turnare amestec ½ con, ½ nou</i>	<i>Co-Cr – Creuzet nou Turnare amestec ½ con, ½ nou</i>	<i>Co-Cr – Creuzet refolosit Turnare amestec ½ con, ½ nou</i>
<i>Ni-Cr – Creuzet nou Turnare din con</i>	<i>Ni-Cr – Creuzet refolosit Turnare din con</i>	<i>Co-Cr – Creuzet nou Turnare din con</i>	<i>Co-Cr – Creuzet refolosit Turnare din con</i>

Pregătirea pieselor pentru testare (topirea și turnarea probelor de aliaj) s-a realizat în cadrul Disciplinei de Tehnologia Protezelor și Materiale Dentare, UMF „Carol Davila” București.

Testarea materialelor s-a realizat în Centrul de cercetare și expertizare materiale speciale, laboratorul de încercări spectrochimice de emisie optică și fluorescență de raze x, din cadrul Facultății de Știința și Ingineria Materialelor (Depart. SMMM), Universitatea Politehnică București.

## 3.2. Rezultate

### 3.2.1 Rezultate obținute pe aliajul Ni-Cr (ternar Ni-Cr-Mo)

#### *Analiza spectrometrică*

Concentrațiile elementale au fost măsurate cu spectrometrul SpectromaxX, programul analitic Ni-base. Pastilele de aliaj, așa cum sunt puse la dispoziție de producător, au fost analizate pentru a avea un element de referință la care să raportăm toate măsurările realizate pe probele stabilite în alcătuirea studiului (Tabel III. 2).

**Tabel III. 2 Concentrațiile masice pentru proba de referință  
Ni-Cr (pastilele de metal)(%)**

<i>Ni</i>	<i>Cr</i>	<i>Mo</i>	<i>Si</i>	<i>Fe</i>	<i>Ta</i>	<i>Co</i>	<i>Cu</i>	<i>Nb</i>
61.983	26.45	9.75	1.18	0.530	0.110	0.0	0.0	0.0

Valorile obținute prin analiza pastilelor de aliaj au fost comparate cu cele din fișa de produs dată de producător pentru a vedea dacă există diferențe majore la nivelul elementelor componente. Se pot observa diferențe, însă nesemnificative, singurul element diferit față de fișa producătorului este reprezentat de Tantal, prezent în pastilele de metal analizate.

Analiza elementelor pentru piesele din Ni-Cr obținute folosind creuzete noi arată variații în ceea ce privește Si și Cr față de valorile de referință pentru toate variantele de amestec (turnare din aliaj nou, turnare din amestec și turnare din con).

În funcție de numărul de deviații standard dintre prima turnare și turnarea din amestec găsim incertitudini pentru Molibden care este ușor în exces pentru ambele variante și pentru Crom a cărui cantitate scade. Siliciu prezintă o ușoară creștere pentru turnarea din amestec dar valoarea este mai semnificativă în cazul turnării din aliaj nou ( $4\sigma$ ).

Prin comparația rezultatelor dintre prima turnare și turnarea din con, vedem aceleași mici variații pentru molibden și crom, în schimb Siliciul în ambele situații este în exces,  $4\sigma$  prima turnare, respectiva  $4,25\sigma$  pentru turnarea din con.

**Tabel III. 3****Concentrațiile masice pentru probele Ni-Cr realizate cu creuzet de turnare refolosit**

<i>Elemente componente</i>	<i>Prima turnare</i>		<i>Turnare din amestec</i>		<i>Turnare din con</i>	
	<i>Valoare</i>	<i>Abatere standard</i>	<i>Valoare</i>	<i>Abatere standard</i>	<i>Valoare</i>	<i>Abatere standard</i>
<i>Ni</i>	60.46	1.6	62.2	1.52	61.925	1.27
<i>Si</i>	1.320	0.03	1.810	0.05	1.330	0.03
<i>Cr</i>	24.500	0.80	22.620	0.80	23.690	0.70
<i>Mo</i>	10.100	0.60	10.120	0.50	11.060	0.40
<i>Fe</i>	0.480	0.05	1.000	0.04	1.260	0.03
<i>Ta</i>	0.120	0.02	0.110	0.03	0.115	0.02
<i>Co</i>	2.270	0.06	0.220	0.04	0.500	0.05
<i>Cu</i>	0.750	0.04	1.920	0.06	0.000	0.00
<i>Nb</i>	0.000	0.00	0.000	0.00	0.120	0.04

Comparând rezultatele dintre prima turnare și turnarea din amestec, regăsim variații incerte în ceea ce privește Cr aflat în ușor deficit ( $-2.44\sigma$ ) și Fe în ușor exces ( $1\sigma$ ) pentru piesa din prima turnare. Tot pentru prima turnare avem valori semnificative pentru Si ( $4.67\sigma$ ), dar cele mai mari valori și care ridică un semn de întrebare sunt cele legate de elementele aflate în exces Co ( $37.83\sigma$ ) și Cu ( $18.75\sigma$ ) și care nu ar trebui să existe în componența aliajului. Turnarea din amestec arată valori semnificative pentru Cr pentru care valoarea este și mai scăzută față de prima turnare ( $-4.79\sigma$ ) și creșteri semnificative pentru Si ( $12.60\sigma$ ) și Fe ( $11.75\sigma$ ). Tot valori semnificative regăsim și pentru Co prezent deși nu ar trebui să existe ( $5.50\sigma$ ) și cele mai importante creșteri sunt de Cu ( $32\sigma$ ).

Analizând prima turnare (din aliaj nou) și turnarea din con (100% aliaj retopit) observăm aceeași pierdere de Cr la o valoare semnificativă  $-3.94\sigma$  și o creștere a cantității de Mo ( $3.28\sigma$ ). Se păstrează creșterea cantității de Si ( $5\sigma$ ) și Fe ( $24.33\sigma$ ). Regăsim în plus față de valorile de referință Co ( $10\sigma$ ) și în cantități mai mici Niobiu ( $3\sigma$ ).

Atunci când este folosit un creuzet nou se poate observa că variațiile față de valorile de referință sunt mici, cele mai importante fiind la nivel de Cr și Si (aproximativ  $4\sigma$ ).

Variațiile mari care apar la utilizarea unui creuzet refolosit se explică prin pelicula de aliaj care rămâne pe suprafața internă a creuzetului de la o turnare la alta și care nu poate fi curățată în întregime fără a deteriora creuzetul. Remarcăm faptul că rămân cantități

semnificative de Fe, Co și Cu. Ce pare să fie mai important este combinarea preferențială a aliajului Ni-Cr cu resturile de Cu. La turnarea din amestec avem cantitatea cea mai mare fiind vorba de o combinație între a 2-a și a 3-a etapă de turnare, și în ultimele două etape avem absența Cu deoarece nu se regăsește la turnarea din con (100% aliaj retopit) care este ultima etapă de turnare.

De asemenea regăsim cantități de Co, neprecizate în fișa producătorului și care nu se regăsesc în analiza probelor pentru care s-au utilizat creuzete noi. Gradul de combinare cu aliajul Ni-Cr este mai mare la prima turnare, scade la turnarea din amestec și crește ușor la turnarea din aliaj retopit 100%. Asta arată o persistență în pelicula de aliaj remanentă pe pereții creuzetului și o afinitate scăzută a aliajului de Ni-Cr de absorbție a resturilor de Co. Se mai remarcă și Fe. La prima turnare în creuzet refolosit suferă o ușoară scădere, dar pe măsura repetării turnărilor crește până la  $24.33\sigma$ . Este posibil ca la turnări repetate, la intervale reduse de timp, Fe să fie antrenat din pelicula remanentă, ultima etapă de turnare combinând resturile mai multor retopiri.

În cadrul studiilor au mai fost realizate analize calitative de microscopie optică și de atac metalografic care au relevat prezența compușilor intermetalici neuniform distribuiți. În cazul utilizării unui creuzet vechi era de așteptat să apară mai multe incluziuni de diferite dimensiuni din cauza varietății compoziției chimice datorată reziduurilor provenite din reutilizarea creuzetelor. La nivelul structurii dendritice, aceasta apare ca un lanț continuu în cazul utilizării unui creuzet nou, iar în cazul utilizării unui creuzet vechi acest lanț pare că se întrerupe pe alocuri.

### **3.2.2 Rezultate obținute pe aliajul Co-Cr (Co-Cr-Mo-W)**

#### *Analiza spectrometrică*

Și în acest caz concentrațiile elementale au fost măsurate cu spectrometrul SpectromaxX, programul analitic fiind Co-base. Analiza pastilelor de metal în cazul aliajului Co-Cr a arătat următoarele valori pentru elementele de bază și pentru cele complementare:

**Tabel III. 4**

**Concentrațiile masice pentru proba de referință Co-Cr (pastilele de metal)**  
(% de masă)

<i>Co</i>	<i>Cr</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>Mo</i>	<i>Fe</i>	<i>W</i>	<i>Nb</i>
63.25	21.97	0.67	0.18	3.68	0.23	9.8	0.22

Prin comparație cu fișa pusă la dispoziție de producător, remarcăm prezența față de formula standard a Manganului și Fierului în proporții mai mici de 1% în valorile probei de referință.

**Tabel III. 5**

**Concentrațiile masice pentru probele Co-Cr realizate cu creuzet de turnare nou**

<i>Elemente componente</i>	<i>Prima turnare</i>		<i>Turnare din amestec</i>		<i>Turnare din con</i>	
	<i>Valoare</i>	<i>Abatere standard</i>	<i>Valoare</i>	<i>Abatere standard</i>	<i>Valoare</i>	<i>Abatere standard</i>
<i>Co</i>	62.98	1.74	62.64	1.51	62.82	1.52
<i>Si</i>	0.72	0.03	0.71	0.03	0.72	0.03
<i>Mn</i>	0.16	0.02	0.17	0.01	0.16	0.02
<i>Cr</i>	22.40	0.90	22.18	0.90	22.34	0.90
<i>Mo</i>	3.62	0.40	3.74	0.30	3.70	0.30
<i>Fe</i>	0.26	0.06	0.25	0.05	0.16	0.04
<i>W</i>	9.65	0.30	10.09	0.20	9.89	0.20
<i>Nb</i>	0.21	0.03	0.22	0.02	0.21	0.03

Analizând per ansamblu valorile obținute pentru probele realizate folosind creuzet nou în comparație cu valorile de referință, remarcăm variații la nivelul Si, Mn, Fe. Comparând valorile pentru probele obținute din prima turnare respectiv turnarea din amestec folosind creuzet nou cu valorile de referință, remarcăm modificări minore de cel mult  $1.67\sigma$ . Astfel avem Si ușor în exces, Mn în minus ( $-1\sigma$ ) și W ( $1.45\sigma$ ) pentru turnarea din amestec.

În cazul piesei obținute prin folosirea de aliaj retopit, se observă variații față de proba de referință mai mici de  $2\sigma$ . Astfel, Si prezintă o ușoară creștere ( $1.67\sigma$ ), Mn este în scădere ( $-1\sigma$ ) și Fe de asemenea în scădere ( $-1.75\sigma$ ).

Pentru probele la care am utilizat un creuzet refolosit, în urma analizei spectrometrice s-au obținut următoarele rezultate:

**Tabel III 6 Concentrațiile masice pentru probele Co-Cr realizate cu creuzet de turnare refolosit**

Elemente componente Co	Prima turnare		Turnare din amestec		Turnare din con	
	Valoare	Abatere standard	Valoare	Abatere standard	Valoare	Abatere standard
	<b>62.8</b>	<b>1.64</b>	<b>62.91</b>	<b>1.62</b>	<b>62.903</b>	<b>1.53</b>
<b>Si</b>	<b>0.70</b>	<b>0.04</b>	<b>0.72</b>	<b>0.04</b>	<b>0.71</b>	<b>0.03</b>
<b>Mn</b>	<b>0.16</b>	<b>0.02</b>	<b>0.17</b>	<b>0.02</b>	<b>0.16</b>	<b>0.02</b>
<b>Cr</b>	<b>22.21</b>	<b>0.90</b>	<b>22.20</b>	<b>0.90</b>	<b>22.22</b>	<b>0.90</b>
<b>Mo</b>	<b>3.68</b>	<b>0.40</b>	<b>3.79</b>	<b>0.30</b>	<b>3.73</b>	<b>0.30</b>
<b>Fe</b>	<b>0.20</b>	<b>0.05</b>	<b>0.24</b>	<b>0.04</b>	<b>0.02</b>	<b>0.06</b>
<b>W</b>	<b>10.04</b>	<b>0.20</b>	<b>9.74</b>	<b>0.30</b>	<b>10.04</b>	<b>0.20</b>
<b>Nb</b>	<b>0.21</b>	<b>0.03</b>	<b>0.23</b>	<b>0.02</b>	<b>0.22</b>	<b>0.02</b>

Prin comparația față de valorile de referință, remarcăm variații pentru majoritatea elementelor analizate, cea mai mare fiind pentru Fe în cazul piesei realizate din aliaj retopit. Analiza numărului de deviații standard a arătat în cazul piesei din aliaj nou, o scădere a Mn ( $-1\sigma$ ) și o creștere a W ( $1.2\sigma$ ) ambele fiind la variații minore ne semnificative statistic. Pentru piesa realizată din amestec de aliaj (aliaj nou 50% și aliaj retopit 50%) singura modificare a fost o creștere ușoară a Si ( $1.25\sigma$ ) de asemenea ne semnificativă statistic. Pentru piesa obținută din aliaj retopit avem mici variații: creștere de  $1.33\sigma$  pentru Si și  $1.2\sigma$  pentru W, respectiv o scădere de  $-1\sigma$  pentru Mn. Singurul element la care variația este mai importantă este Fe la care avem o scădere de  $-3.5\sigma$  față de proba de referință.

Analiza valorilor obținute pentru același tip de amestec (100% aliaj nou, 50% aliaj nou/50% aliaj retopit și 100% aliaj retopit) arată că nu sunt modificări semnificative statistic, singura variație mai importantă fiind cea a Fe pentru piesa din aliaj retopit în creuzet refolosit în care s-a remarcat o scădere accentuată ( $-3.5\sigma$ ) dar la limita sensibilității statistice.

În cadrul studiilor au mai fost realizate analize calitative de microscopie optică și de atac metalografic care au relevat prezența microporilor și a incluziunilor exogene asemănătoare cu cele regăsite și în aliajele din sistemul Ni-Cr-Mo. De asemenea se remarcă prezența unor compuși friabili și chiar se poate urmări traiectoria fragmentelor desprinse în timpul ultimei etape de lustruire, având un efect vizual de microzgâriere.

Se poate afirma că proporțiile de constituenți și faze prezente în aliaj variază în funcție de viteza de răcire și implicit de gradul de segregare al elementelor Cr, Mo și W. Odată cu mărirea numărului de retopiri și cu variația proporției de aliaj recirculat (retopit), pot apărea în microstructură și alte faze de sine stătătoare.

### **3.3. Discuții**

Rezultatele obținute în urma încercărilor spectrometrice și a investigațiilor microstructurale efectuate pe aliajul cu bază Ni evidențiază clar influența procesului de retopire asupra modificărilor de compoziție elementală și variabilității microstructurilor, survenite în urma retopirii.

În cazul aliajelor cu bază Ni (topite, retopite) se observă o variație a compoziției chimice care se datorează tendinței de segregare a diferitelor elemente respectiv, Cr are tendința de a segrega la suprafața aliajelor topite iar Co și W segrează între suprafață și partea inferioară a aliajului topit așa cum se poate observa în lucrarea „Surface tension of molten Ni-(Cr, Co, W) alloys and segregation of elements.” [13]

Investigațiile microstructurale au evidențiat pe de-o parte prezența unor incluziuni care se datorează degazării insuficiente în timpul elaborării acestora (numărul acestora crește odată cu utilizarea unui creuzet refolosit) și a unor compuși intermetalici neuniform distribuiți, iar pe de altă parte obținerea unei structuri dendritice (dendrite mari la care apar alte ramificații) cu aspect de lanț continuu (în cazul utilizării unui creuzet nou) și cu aspect de lanț întrerupt (dendritele sunt orientate în toate direcțiile, cu forme ale acestora la fel de mari dar nu atât de bine conturate) în cazul utilizării unui creuzet refolosit. Astfel, s-au obținut microstructuri eterogene care pot influența proprietățile aliajului în condițiile în care se utilizează creuzete refolosite și aliaje reutilizate.

Aceste rezultate corespund cu cele obținute de către autorii James J et al. și Vaillant-Corroy AS et al. care au evidențiat faptul că un conținut de aliaj reutilizat de aproximativ 50% conduce la modificarea proprietăților aliajului, iar numărul maxim de retopiri ar trebui limitat la 4. Mai mult, în cercetarea științifică realizată de Al-Hiyasat AS și Darmani H reiese faptul că

reciclarea/reutilizarea aliajelor metalice au efect negativ asupra citotoxicității respectiv cu cât adaosul de material reutilizat este mai mare, cu atât crește riscul de eliberare a elementelor, deci de creștere a toxicității.[14] [15] [16]

Totodată este necesar să se evidențieze și variațiile compoziției elementale respectiv Fe, Cu și Co, elemente care nu au fost părți componente în aliajul inițial ci au fost prezente la turnarea din creuzet vechi, cu variații substanțiale între a doua și a treia turnare din amestec. Aliajul ternar realizând cu precădere o coalizare cu Cu.

Într-o cercetare științifică cu privire la efectele reciclării aliajelor metalice de bază, asupra citotoxicității, Al-Hiyasat AS și Darmani H. au concluzionat că prezența metalelor adiționale care apar în urma retopirilor cu aliaj nou și aliaj refolosit au o toxicitate semnificativ mai crescută din cauza apariției Cu spre exemplu, dar și a altor elemente.[16]

În cazul aliajelor cu bază Co rezultatele încercărilor spectrometrice evidențiază o variație mică a procentelor masice pentru elementele Fe, Mo și W.

O variație a compoziției chimice datorată retopirii poate conduce la apariția unor faze care modifică proprietățile mecanice ale aliajului obținut și pot avea un impact negativ asupra rezistenței la coroziune a aliajului așa cum au identificat și Walczak M. et al. și Joias RM. Et al. În același timp, Kacprzyk B. et al. au arătat că indiferent de numărul de retopiri apar aceleași modificări în compoziția aliajului cât și faptul că aspectul microstructural nu prezintă diferențe semnificative. Rezultatele pe aliajele cu bază Co susțin cele afirmate de autorii menționați anterior în ceea ce privește compoziția chimică a aliajului. [17] [18] [19]

Odată cu mărirea numărului de retopiri eventual și cu variația proporției de aliaj recirculat (retopit) pot apărea în microstructură și alte faze de sine stătătoare. Gradul de finisare și orientare al structurii dendritice obținute în urma turnărilor este sistematic mai avansat în cazul aliajului CoCrMoW.

Pe lângă incluziuni, un alt indicator evidențiat ca responsabil pentru prezența retasurilor au fost oxizii. Analizele efectuate pe o probă preluată exclusiv din resturile rămase în creuzet după un număr de patru retopiri de aliaj metalic au evidențiat pe de o parte o fază sigma atipică generată de stadiul metastabil al incluziunilor, iar pe de altă parte au fost identificați pe lângă oxizi de crom și o fază de oxid de siliciu – SiO<sub>2</sub>, rezultat care a determinat autorii să concluzioneze că există un risc ridicat în ceea ce privește ruperea suprastructurii protetice. [20]

În considerarea rezultatelor obținute în studiul realizat și a datelor din literatura de specialitate subliniem necesitatea unei cercetări continue și integrative în ceea ce privește influența utilizării aliajelor retopite.



## **Capitolul 4 - Caracterizarea complexă a unui aliaj biocompatibil din sistemul binar Ti-Zr pentru utilizarea în reabilitarea implanto-protetică**

### **4.1. Introducere**

Cele mai recente tendințe în domeniul reabilitării implanto-protetice evidențiază necesitatea de a asimila noi materiale metalice, care să nu prezinte în componența lor elemente toxice și care să nu provoace alergii. Acestea trebuie să aibă proprietăți mecanice și de prelucrabilitate excelente dar, totodată, este necesar să îndeplinească cerințele de utilizare pentru implantologia orală.

Cercetările ultimului deceniu și jumătate au condus la dezvoltarea și implementarea unor aplicații binare pe bază de Ti și Zr (aliaje Ti-Zr), cu o biocompatibilitate și rezistență la coroziune extrem de promițătoare și cu o mare aplicabilitate în domeniul medical, inclusiv în reabilitarea implanto-protetică, atât pentru confecționarea implanturilor dentare, cât și pentru realizarea restaurărilor protetice implanto-purtate.

### **4.2. Material și metodă**

Scopul de a obține și a studia un aliaj binar pe bază Ti-Zr, dar cu o compoziție de aproximativ 20% Zr și restul Ti (aproximativ 80%) a pornit chiar de la studierea aliajului ROXOLID al firmei Straumann. [21] Alegerea făcută a fost aceea de a analiza proprietățile materialului și de a observa dacă adăugarea unui procent mai mare decât 18% Zr poate aduce îmbunătățiri aliajului din sistemul Ti-Zr printr-o succesiune de studii experimentale pentru caracterizarea aliajului obținut din punct de vedere compozițional, structural și a proprietăților mecanice rezultate. Studiile au fost realizate în cadrul Facultății de Știința și Ingineria Materialelor, Universitatea Politehnică din București.

Etaple parcurse în cadrul acestui studiu au fost:

Etapa 1 - Obținerea aliajului binar Ti-Zr cu compoziție chimică controlată a materiilor prime.

Etapa 2 - Caracterizarea aliajului obținut din punct de vedere compozițional, a structurii (macrostructură, microstructură și structură fină) și a proprietăților mecanice.

### 4.3. Rezultate

#### Etapa 1

*Obținerea și prelucrarea lingoului de Ti-20Zr a constat în pregătirea și utilizarea unor precursori care au fost introduși în creuzet, în ordinea descrescătoare a punctului de topire, așa cum cere protocolul de lucru al cuptorului utilizat. Primul a fost zirconiu și apoi titanul.*

*Caracterizarea aliajului obținut din punct de vedere compozițional, a structurii (macrostructură, microstructură și structură fină) și a proprietăților mecanice.*

Scopul studiului a fost acela de a obține informații privind analiza calitativă și cantitativă a aliajului obținut și privind structura cristalină a aliajului prin difracție de raze X.

Pentru caracterizarea aliajului Ti-20Zr au fost realizate analize spectrometrice, elementale, difractometrice, de microscopie optică, de rezistență la tracțiune și analize structurale.

### 4.4. Discuții

Proprietățile aliajelor de titan sunt superioare titanului pur, fapt ce conduce la dezideratul de a realiza noi materiale care să fie optime din punct de vedere al proprietăților mecanice, non-toxice și non-alergice. Având în vedere această necesitate, se urmărește introducerea de noi elemente care să îndeplinească aceste cerințe fiind necesară eliminarea și înlocuirea elementelor cum ar fi vanadiu (V), aluminiu (Al), beriliu (Be) etc. din cauză că sunt dăunătoare organismului uman. [22] [23] [24] [25] [26]

S-a identificat că un procent de 20% respectiv 30% Zr conferă aliajului proprietăți mecanice foarte bune dar și un răspuns biologic optim.[106]Totodată, în cercetările științifice realizate de către Ou P. et al. reiese că aliajul Ti-20Zr (gr.%) (obținut prin metalurgia pulberilor) are proprietăți excelente în ceea ce privește modulul de elasticitate (49.2 GPa) dar și proprietăți de osteointegrare excelentă ceea ce face ca acest tip de aliaj să fie un aliaj ideal în utilizarea ca și implant dentar. [27] Prin urmare, alegerea aliajului Ti-20Zr în vederea îmbunătățirii proprietăților (rezistența la coroziune, rezistența mecanică și o biocompatibilitate mult îmbunătățită) este justificată.

În cadrul cercetării s-a urmărit compararea proprietăților obținute prin aplicarea tratamentului termo-mecanic cu proprietățile aliajului în stare turnată.

Astfel, rezultatele investigării structurii aliajelor prin metoda difractometrică au evidențiat faptul că nu există indicii privind prezența fazei  $\beta$  sau a unei faze intermediare, iar datorită faptului că Zr are raza atomică mai mare decât a Ti (1.62 respectiv 1.47Å), determină

creșterea parametrilor de rețea a fazei  $\alpha$ , ceea ce face ca picurile să se deplaseze către partea inferioară a unghiului.

Cunoscându-se că fazele prezente într-un aliaj de Ti depind de compoziția chimică și de condițiile de răcire din timpul turnării, datorită vitezei de răcire suficient de rapidă, s-au format structurile martensitice. Aceste rezultate sunt similare cu rezultatele obținute de către M. Takahashi et al. [28] [21]

Pe de altă parte, în urma investigării prin încercări la tracțiune a celor 2 lingouri, unul în stare turnată și cel de-al doilea tratat termo-mecanic, s-a observat că în urma tratamentului proprietățile s-au îmbunătățit considerabil, cu excepția alungirii care a scăzut cu trei procente.

Conform literaturii de specialitate, modulul de elasticitate al țesuturilor dure se încadrează între valori cuprinse între 0.4-84.3, iar rezistența de rupere la tracțiune între valori cuprinse între 10-133, astfel că aliajul investigat de noi prezintă proprietăți mecanice superioare la nivelul țesuturilor dure. [29] [30]

Rezistența de rupere la tracțiune a aliajului Ti-20Zr netratat (nu a fost supus unui tratament termo-mecanic) are valoarea 589.21 MPa normal și 782.19 tratat termo-mecanic. Astfel, conform literaturii de specialitate, aliajul Ti-13-18Zr are rezistența de rupere la tracțiune 1000 MPa, iar un țesut osos cortical prezintă valori cuprinse între 70-150 Mpa. [29] [30] [21]

În ceea ce privește Modulul Young pentru aliajul Ti-13-18Zr, acesta este de 103.7 GPa, iar în cazul aliajului Ti-20Zr netratat este de 81.56 GPa, respectiv 107.4 pentru proba tratată termo-mecanic, astfel încât se observă o ușoară creștere a acestuia, fiind cu aproximativ 4 unități mai mare decât aliajul Ti-13-18Zr. [21][31]

Comparativ cu aliajul Ti-13-18Zr, care are o valoare a durității cuprinsă între 270-340 (310-320), aliajul Ti-20Zr netratat prezintă o duritate mai mică decât acesta, însă în urma deformării duritatea crește și rămâne în intervalul specificat în literatura de specialitate pentru aliajul Ti-13-18Zr. [29] [21]

Tratamentul termic îmbunătățește proprietățile aliajului binar Ti-Zr.

## **Capitolul 5 - Cercetare statistică cu privire la materialele și tehnicile folosite în tratamentele implanto-protetice**

### **5.1. Introducere**

Capitolul de față își propune să evalueze ce tipuri de supraprotezare obișnuiesc medicii stomatologi să utilizeze în cabinetele dentare, ce tehnici aplică în cadrul planului tratamentului implanto-protetic precum și nivelul calității lucrărilor realizate în laboratoarele de tehnică dentară în raport cu uzanțele stabilite de practicile internaționale. De asemenea, analiza de față presupune corelarea și interpretarea rezultatelor obținute la nivelul eșantionului utilizat, cu datele statistice oficiale de la nivel național și european. Acest demers are scopul de a oferi informații suplimentare de context, cu privire la deciziile medicilor stomatologi, în condițiile accesului specific al pacienților români la servicii medicale stomatologice.

Principalul obiectiv al cercetării a fost determinarea aspectelor abordate de către medicii dentiști în ceea ce privește alegerea materialelor ce alcătuiesc suprastructurile lucrărilor metalice, metodele, influența materialelor asupra sănătății pacienților, rezistența în timp a suprastructurilor și a materialelor, biocompatibilitate, gradul de toxicitate, costuri etc.

În același timp, cercetarea va avea în vedere și corelarea informațiilor sintetizate din răspunsurile medicilor stomatologi în prezenta anchetă, cu uzanțele practicate de către tehnicienii dentari în laboratoarele de profil.

### **5.2. Material și metodă**

Metoda de cercetare este cea prin chestionar, la care au participat 67 de stomatologi care își desfășoară activitatea pe teritoriul României, atât în cadrul unităților de stat, cât și în cadrul unităților private din mediul urban și rural. Dintre răspunsurile primite, 12 chestionare au fost invalidate ca fiind incomplete, iar 55 validate și analizate din punct de vedere statistic și interpretate cantitativ și calitativ. Chestionarul a fost diseminat în format electronic prin Google Forms, în perioada ianuarie-decembrie 2020.

Pentru analiza statistică a rezultatelor am folosit soft-ul Jamovi versiunea 6.1 – Jamovi proiect 2021, mai specific a fost utilizată analiza de frecvență și aplicat testul chi pătrat al gradului de corespondență pentru a testa dacă există diferențe semnificative între frecvențele observate ale răspunsurilor participanților pentru fiecare variabilă. [32] [33]

### 5.3. Rezultate

Întrebarea nr. 1: ”Dintre tipurile de supraprotezare pe implant în edentația parțială, ce variantă/e utilizați în mod frecvent? Întrebarea poate avea mai multe răspunsuri.”

Prima întrebare din cadrul chestionarului a avut ca scop identificarea celor mai utilizate tehnici de supraprotezare în edentația parțială. Conform rezultatelor, distribuția răspunsurilor referitoare la tipurile de supraprotezare de implant în edentația parțială este următoarea: cea mai mare proporție dintre respondenți, respectiv 33.3% au declarat că utilizează doar supraprotezări de tip metalo-ceramic. 29,8% au declarat că folosesc atât metalo-ceramice, cât și zirconiu, iar restul de 36,9 folosesc atât metalo-acrilice, metalo-compozite, cât și metalo-ceramice și zirconiu (10.5% metalo-acrilice, metalo-compozite, metalo-ceramice și zirconiu – 8.8%, 7% metalo-acrilice, metalo-ceramice și zirconiu; 3.5% metalo-acrilice și metalo-ceramice, 1.8% metalo-acrilice – metalo-acrilice și 1.8% metalo-compozite). Rezultatele testului chi-pătrat al gradului de corespondență ne indică faptul că utilizarea tipului de supraprotezare de implant cu metalo-ceramice și metalo-ceramice și zirconiu este semnificativ mai frecventă ( $\chi^2 = 62.33$ ,  $p < .001$ ).

Întrebarea nr. 2: „Pe care dintre variabilele de mai jos le luați în considerare în propunerea tipului de tratament prin supraprotezare pe implant?”

În ceea ce privește variabilele luate în considerare în propunerea tipului de tratament prin suprotezarea pe implant, analiza de frecvențe indică faptul că cei mai importanți factori sunt: *calitatea materialelor utilizate* (68.42%) și *prețul lucrării* (21.05%).

Întrebarea nr. 3: „Ce tip de fixare a supraprotezării pe implant utilizați cel mai des?”

În ceea ce privește tipul de fixare a supraprotezării pe implant 63.8% folosesc fixarea prin înșurubare, iar 36.2% folosesc fixarea prin cimentare. Rezultatele testului chi-pătrat al gradului de corespondență ne indică faptul că fixarea prin înșurubare este semnificativ mai frecventă ( $\chi^2 = 62.33$ ,  $p < .001$ ).

Întrebarea nr. 4: „Înainte de alegerea variantei de supraprotezare pe implant cu suport metalic, efectuați teste specifice de alergii la metale?”

Conform rezultatelor, înainte de alegerea variantei de supraprotezare pe implant cu suport metalic, 15,5% din respondenți efectuează teste specifice de alergii la metale, 1.7% efectuează teste doar în cazul suspiciunii la alergii, iar 82.8% nu aplică teste specifice pentru alergii. Testul chi-pătrat al asocierii indică faptul că lipsa aplicării testelor de specifice pentru alergii la metale este semnificativ mai frecventă ( $\chi^2 = 68.22$ ,  $p < .001$ ).

Întrebarea nr. 5: „Înainte de fixare a supraprotezei pe implant, efectuați teste specifice de alergii la cimenturi?”

Înainte de fixarea supraprotezei pe implant 6,9% din respondenți efectuează teste specifice de alergii la cimenturi, 1,7% nu folosesc ciment, iar 91,4% nu aplică teste specifice pentru alergii la ciment. Testul chi-pătrat al asocierii indică faptul că lipsa aplicării testelor specifice pentru alergii la ciment este semnificativ mai frecventă ( $\chi^2 = 87.42$ ,  $p < .001$ ).

Întrebarea nr. 8: „Tehnicianul cu care colaborați vă aduce la cunoștință că a folosit la turnare metale retopite?”

Întrebarea a fost formulată pentru a evidenția dacă medicilor stomatologi le-a fost adus la cunoștință despre metodele utilizate de tehnicienii dentari în laboratoarele dentare. La itemul „*Tehnicianul cu care colaborați vă aduce la cunoștință că a folosit la turnare materiale retopite?*” au răspuns afirmativ 15,5% din participanți, în timp ce 84,5% au răspuns că nu primesc această informație din partea tehnicianului. Testul chi-pătrat al asocierii indică faptul că lipsa informației despre utilizarea metalelor retopite este semnificativ mai frecventă ( $\chi^2 = 27.66$ ,  $p < .001$ ).

Întrebarea nr. 9: „Tehnicianul dvs. vă transmite metoda de realizare a lucrărilor cu suport metalic?”

Scopul *întrebării nr. 9* a privit identificarea pârghiilor de comunicare dintre tehnicianul dentar și medicul stomatolog atunci când se pune în discuție realizarea lucrărilor cu suport metalic. Conform rezultatelor, 36,36% din participanți au răspuns că tehnicianul cu care colaborează transmite metoda de realizare a lucrărilor cu suport metalic, în timp ce 62,1% din respondenți nu primesc informații despre metoda de realizare a lucrărilor. Mai specific, lipsa cunoștințelor despre metoda utilizată de tehnician pentru realizarea lucrărilor cu suport metalic este mai frecventă ( $\chi^2 = 4.09$ ,  $p = .046$ ).

#### 5.4. Discuții

Alegerea variantei de supraprotezare în reabilitarea orală cu ajutorul implantului se face cu luarea în calcul a calității materialelor utilizate, însă următoarea frecvență numerică este legată de costuri.

În cazurile de reabilitare orală, conform răspunsurilor aferente întrebării nr. 1, medicii stomatologi preferă utilizarea metalelo-ceramicelor și a zirconiului în rândul **celor mai utilizate tipuri de supraprotezare** pe implant, în cazurile de reabilitare orală.

Potrivit cercetărilor lui Burkea et. al metalele prezente în supraprotezarea pe implant sunt de obicei confecționate din aliaje pe bază de Crom-Nichel, Crom-Cobalt, ori din metale prețioase cum

sunt cele din aur, titan sau platină. [34]. Aliajele metalice ne-nobile pe bază de Crom-Nichel, Crom-Cobalt sunt printre cele mai uzitate în practica internațională datorită rezistenței și prețului accesibil, chiar dacă este dovedit faptul că aliajele de tipul Crom-Nichel cauzează reacții alergice. [35]

În privința variabilelor luate în considerare atunci când este propus tipul de tratament prin supraprotezare pe implant de către medicul stomatolog, răspunsurile relevă și importanța criteriul esteticii, o componentă "sine qua non" a medicinei dentare, care printre altele, a fost definită ca fiind "arta și știința stomatologiei aplicate pentru a crea sau a îmbunătăți frumusețea unui individ în limitele funcționale și fiziologice". [36]

În ceea ce privește **tipul de fixare a supraprotezării pe implant utilizat cel mai des**, majoritatea medicilor stomatologi respondenți preferă varianta fixării prin înșurubare. Reziduurile de ciment se formează prin utilizarea tehnicii de cimentare a coroanelor și pot cauza inflamații la nivelul mucoaselor gingivale, retracții gingivale ce pot conduce la afectarea țesutului osos peri-implantar, care, în final, poate compromite implantul inserat. [37]

Prin intermediul întrebării numărul 4 "*Înainte de alegerea variantei de supraprotezare pe implant vs suport metalic, efectuați teste specifice de alergii la metale?*", s-a propus să evaluarea **existenței conduitei preventive** pe care medicii stomatologi ar trebui să o impună în practica curentă a cabinetului dentar. Este necesar să existe un protocol paraclinic special pentru acest tip de situație, având în vedere faptul că problemele pe care le ridică alergiile sunt extrem de diverse și sunt legate de obicei de o multitudine de afecțiuni care pot fi declanșate la organe satelite sau la distanță. Consider că este esențial să ne întoarcem la unul dintre cele mai simple principii ale medicinei, respectiv la faptul că fiecare om este unic, evident că reacționează în mod unic la alergeni, la intoleranțe la intoxicații. [38] Iar faptul că 84,5% dintre medicii stomatologi au răspuns că nu fac teste de alergii pentru metalele utilizate în supraprotezările pe implanturi, afirmă practic teoria că ne bazăm pe precepte statistice și nu pe particularitățile fiecărui pacient.

Există o legătură intrinsecă între metalele utilizate în medicină și boli neurodegenerative precum Parkinson și Alzheimer.[38] [39] Mai mult, atunci când punem în discuție metalele și aliajele utilizate în realizarea supraprotezărilor pentru reabilitarea orală cu ajutorul implanturilor, facem referire și la efectele de pilă electrică pe care două metale prezente în cavitatea bucală le pot produce în cantități mai mari sau mai mici. [40] Această reacție poartă denumirea de galvanism și generează o poluare electrochimică care în contact cu saliva, un electrolit complex, generează efecte neurotoxice.

Din cauza microdescărcărilor electrice poate fi afectat nervul maxilar și nervul trigemen, care inervați, pot dezvolta nevralgii trigeminale puternice.[41] Aceste tulburări vegetative pot determina tulburări de somn, tinitus, amețeli, tulburări ale urechii interne, vertij. [42]

Coroziunea este o altă reacție importantă întâlnită. În chirurgia orală, titanul este un metal utilizat frecvent datorită biocompatibilității cu țesutul periimplantar, a osteointegrării optime dar și datorită rezistenței la coroziune. Însă, atunci când este inserat in vivo și titanul este susceptibil de a genera reacții de coroziune. Olmedo D.G. et al. a realizat o cercetare din literatura de specialitate, care ulterior a fost validată prin studii în laborator. În lucrarea ”The issue of corrosion in dental implants: a review”, abordează perspectiva respingerii implantului din titan din cauze mecanice sau din cauza oboselii titanului. Însă, în urma realizării studiilor de laborator, s-a constatat că la baza eșecului implantului se regăseau de fapt cauze care țineau de prezența coroziunii.[43] Guglielmotti și Cabrini au descoperit particule de metal în țesutul osos și în medula osoasă. [44]

În privința practicii **turnării metalelor retopite** (întrebarea 8), datele indică faptul că majoritatea medicilor stomatologi nu primesc informații referitor la acest aspect din partea tehnicienilor cu care colaborează.

Realizarea structurilor lucrărilor protetice cu bază metalică se face prin alierea metalelor, respectiv prin metoda convențională de topire a lor utilizând oxigazul, inducția sau cu ajutorul metodelor aditive și de design digital prin sinterizare ori frezare. [45]

Topirea aliajelor metalice este o etapă primordială deoarece intervalul de topire trebuie să fie cel optim, respectiv cel recomandat de producător, în condițiile în care procesul de turnare necesită un timp relativ mare. Alierea mai multor compuși metalici face ca fiecare metal în parte să dețină un punct de topire diferit față de al celuilalt metal aliat. Intervalul de topire este esențial pentru nealterarea proprietăților mecanice și chimice a aliajului finit, însă cel mai important pentru a nu afecta sănătatea pacientului. Faptul că un interval de topire îndelungat poate crea oxizi poate conduce la contaminarea structurii protetice. [46]

În aceeași măsură, materialele utilizate pentru topirea și turnarea structurii metalice protetice sunt esențiale. Creuzetele utilizate trebuie să respecte și ele anumite standarde, calitatea aliajelor trebuie să fie una superioară, manevrele efectuate pentru topirea și turnarea aliajului metalic trebuie să respecte întocmai indicațiile producătorului etc. [47] În esență, este necesar ca să existe protocoale clare și concise. Nu întâmplător au fost enumerate anumite aspecte ale procesului de realizare a suprastructurilor metalice. Studii științifice au cercetat incidența procedurilor



întrebuințate în laboratoarele de tehnică dentară asupra diferitelor cazuri de citotoxicitate[48] [49], galvanism, de contaminare a aliajelor și ulterior de eliberare a ionilor de metal în organism[50] etc. și au concluzionat că tehnicile utilizate pot aduce modificări importante la nivel celular. [51]

Ca urmare a aplicării incorecte a procedurilor tehnice sau a recilării repetate a aliajelor metalice se produce alterarea structurii și microstructurii aliajelor, ceea ce conduce la un produs finit susceptibil deteriorării structurale și/sau fizice. Câteva dintre consecințele care intervin pot fi legate de modificări microstructurale. Acestea pot genera transformări care afectează proprietățile mecanico-fizice [52] și modificări ale structurilor dendritice față de cele prezente în mod obișnuit în matrice[53]. Un alt efect poate fi modificarea compoziției chimice a aliajului [52]. La nivelul porozității se pot observa diferențe notabile față de aliajul nou [54]. Se pot observa și incluziuni reziduale și contaminare cu oxizi [46]. Toate acestea au fost demonstrate și prin studiile realizate în prezenta teză și, conform literaturii de specialitate, conduc în definitiv la efecte citotoxice asupra organismului uman. [16]

În cadrul întrebării numărul 9, medicii stomatologi au fost chestionați dacă le sunt transmise detalii cu privire la metoda de realizare a lucrărilor cu suport metalic de către tehnicieni. Aici intervine și întrebarea dacă medicii stomatologi solicită detaliile necesare cu privire la realizarea lucrărilor, însă acest aspect va face probabil subiectul unei alte cercetări. Esențial de analizat este faptul că nu sunt puțini pacienții care acuză probleme de fracturare sau de fisurare a ceramicii de pe structurile metalice, probleme care apar din cauza procedurilor de realizare a lucrărilor cu suport metalic.

Din punct de vedere tehnic, există trei metode de realizare a structurilor metalice – coroane, proteze parțiale fixe și alte lucrări dentare –care se clasifică după cum urmează:

1. Metoda clasică de turnare a metalelor
2. Metoda prin frezare
3. Metoda prin sinterizare

## Capitolul 6 - Concluzii și contribuții proprii

### 6.1. Concluzii

*Studiul 1 – Studii privind influența procesului de turnare a aliajelor utilizate în restaurările implanto-protetice asupra compoziției chimice și a caracteristicilor microstructurale.*

Rezultatele evidențiază două aspecte importante respectiv: 1) utilizarea unui creuzet nou și a unui creuzet uzat influențează dispunerea structurii dendritice în aliaj și prin urmare, și proprietățile aliajelor; 2) utilizarea aliajelor retopite în diferite procente masice au o influență asupra microstructurii, respectiv conduc la apariția unor alte faze de sine stătătoare care influențează ulterior proprietățile mecanice. Cu cât aliajul are în componența sa mai mult material remanent, cu atât influența prezenței diferitelor elemente precum Cr, Co și W în cazul aliajelor Ni-Cr și Cr, Mo, W este mai mare. În cazul aliajelor Ni-Cr, elementul Cr are tendința de a segrega la suprafața topiturii iar Co și W are tendința de a segrega în masa aliajului topit. În cazul aliajelor Co-Cr proporțiile relativ diferite ale compusului intermetalic definit de tipul  $\text{Co}_3\text{Cr}$  sunt influențate de preexistența elementelor Cr, Mo, W (în creuzetul vechi) și variază în funcție de viteza de răcire și implicit de gradul de segregare al acestor elemente.

În baza rezultatelor obținute pentru aliajele studiate dar și a cercetărilor din literatura de specialitate, se poate afirma că nu există niciun protocol de consens pentru utilizarea numărului maxim de retopiri, tocmai datorită numărului mare de factori de influență implicați respectiv: natura materiei prime, modul de obținere, tehnica de topire/retopire, parametrii implicați, tipul de creuzet utilizat etc.

*Studiul 2 – Caracterizarea complexă a unui aliaj potențial biocompatibil din sistemul binar Ti-Zr pentru utilizarea în reabilitarea implanto-protetică.*

În urma realizării analizelor specifice de laborator au fost determinate caracteristicile aliajului de Ti-Zr, obținut prin turnare și topire în cuptorul cu levitație la peste 2000 °C. Lingoul astfel obținut a fost supus testelor pentru estimarea compoziției elementale, structurii și proprietăților mecanice. Verificarea compoziției chimice a aliajului Ti-Zr rezultat în urma aplicării tehnicii de turnare s-a realizat prin analizarea estimării incertitudinii compuse împreună cu incertitudinea extinsă, rezultând că coeficientul incertitudinii relative este minor, fapt care a confirmat măsurarea cu exactitate a compoziției chimice a aliajului. S-au efectuat și analize

difractometrice cu radiații X pentru două probe de încercare, o probă de Ti și o probă de Ti-Zr. Rezultatele au fost similare pentru cele două probe, astfel că aliajul cu Ti-Zr prezintă aceleași linii caracteristice titanului, cu modificări minore ale unghiurilor, nerelevante pentru întregul aliaj. Analiza microstructurală a aliajului Ti-Zr turnat a relevat că micrografiile obținute prezintă o structură martensitică hexagonală compactă în întreg volumul și o structură Widmanstätten cu blocuri dendritice bine conturate.

În urma analizei în stare structurală deformată a aliajului Ti-Zr prin prelucrare termo-mecanică s-a observat un raport dimensional mediu de 1:8. Rezultatele încercărilor de rezistență la tracțiune și a celor de microdurate au evidențiat faptul că în urma procesării termo-mecanice, aliajul de Ti-Zr are proprietăți superioare.

Utilizarea a două bioelemente distincte cum sunt zirconiu și titanul poate înlocui alte elemente precum vanadium sau aluminiu, metale care, în conformitate cu studii științifice, produc reacții toxice și alergice pe termen lung. Binaritatea Ti-Zr conferă rezistență la coroziune ceea ce înseamnă că saliva își păstrează și ea un Ph în limite normale și nu devine acidă pentru a favoriza un mediu electrolitic, inflamator, în cavitatea bucală. Raportat la analizele clinice realizate de către producătorul elvețian Straumann, la implantul Roxolid confecționat din 85%Ti-13-18%Zr, cicatrizarea este mai avansată decât la implanturile din alte aliaje metalice cu titan. Rezistența implantului este și ea mărită considerabil, cu o citocompatibilitate mai bună decât a titanului pur. Deci, putem concluziona că aliajul de Ti-20%Zr constituie un înlocuitor perfect pentru aliajul de titan clasic, Ti-Zr aducând îmbunătățiri considerabile.

*Studiul 3 – Cercetare statistică cu privire la materialele și tehnicile folosite în tratamentele implanto-protetice.*

Este esențială elaborarea unor proceduri standardizate între medicii stomatologi și tehnicienii dentari pentru a putea reduce timpul de elaborare al lucrărilor protetice. Mai ales împărtășirea informațiilor cu privire la aliajele de metal folosite, proveniența lor – prin reciclare, prin utilizarea aceluiaș creuzet etc. – aspecte esențiale care pot determina alegerea variantei de supraprotezare adaptată cu adevărat situației clinice a pacientului și bineînțeles nevoilor acestuia.

Cu siguranță că un grad mai ridicat de conștientizare de ambele părți cu privire la efectele produse de diferitele metale utilizate în lucrările protetice ar crește și numărul de teste toxicologice și de alergii la metale efectuate. Acestea se datorează faptului că majoritatea medicilor stomatologi nu efectuează teste de evaluare a reacțiilor alergice la metale sau la cimenturi.

## **6.2. Contribuții proprii**

1. Realizarea unui studiu privind folosirea de creuzete noi și refolosite, precum și a combinațiilor de aliaj nou și retopit, din care am arătat susceptibilitatea crescută a aliajelor Ni-Cr de a se contamina cu resturi de Cu, Co și Fe deja existente în materialul remanent (în cazul creuzetelor refolosite) și stabilitatea mai bună a aliajelor Co-Cr față de cele Ni-Cr în ceea ce privește contaminarea cu elemente remanente. (Capitolul 3)

2. Realizarea unor studii prin care s-a evidențiat că pot fi obținute aliaje binare pe bază de Ti și înlocuirea Al și V cu Zr, cu îmbunătățirea proprietăților mecanice ale aliajului. (Capitolul 4)

3. Realizarea unei cercetări asupra tehnicilor, metodelor și materialelor utilizate în supraprotezele pentru reabilitarea orală cu ajutorul implanturilor. (Capitolul 5)

## **6.3. Direcții viitoare de cercetare**

1. Extinderea studiilor privind contaminarea și efectele asupra proprietăților fizice, chimice și de biocompatibilitate a aliajelor Ni-Cr și Co-Cr;
2. Studiarea legăturii dintre reutilizarea instrumentelor și modificările compoziționale ale altor tipuri de aliaje;
3. Testarea in vivo a aliajului Ti-20Zr obținut;
4. Identificarea necesității implementării unui flux informațional referitor la serviciile oferite de către tehnicianul dentar;
5. Demonstrarea nivelului de citotoxicitate al aliajului Cr-Ni și studierea legăturii dintre reutilizarea instrumentelor și modificările compoziționale ale altor tipuri de aliaje;
6. O altă direcție de cercetare o poate constitui testarea nivelului de citotoxicitate al materialelor dentare care au în conținut oxizi de beriliu, un element chimic extrem de periculos pentru sănătatea umană și care este prezent în aliajele metalice de tip crom, nichel, fier, folosite pentru realizarea suprastructurilor protetice.

## Bibliografie selectivă

1. Lindh U., Carlmark B., Grönquist S.O., Lindvall A. Metal exposure from amalgam alters the distribution of trace elements in blood cells and plasma. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 39, pg. 134-142, 2001.
2. Fung Y. K., Meade A. G., Rack E. P. , Blotcky A. J. Brain Mercury in Neurodegenerative Disorders, *Journal of Toxicology: Clinical Toxicology*, pg. 49-54, 1997.
3. Ahlqwist M., Bengtsson C., Lapidus L., Number of amalgam fillings in relation to cardiovascular disease, diabetes, cancer and early death in Swedish women, *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 1993.
4. Thomas B., Kulichova D., Wolf R., Summer B., Mahler V., Thomas P., High frequency of contact allergy to implant and bone cement components, in particular gentamicin, in cemented arthroplasty with complications: usefulness of late patch test reading, *Contact Dermatitis*, 2015.
5. Mihai A., *Protezarea pe implante*. Etape clinice si de laborator. Editura Sylvi, 2000.
6. Misch C.E., Abbas H.A. *Contemporary Implant Dentistry – Third edition*. Editura Molsby Esevier, 2008.
7. Gomez-de Diego R., Mang-de la Rosa M. del R., Romero-Perez M.J. et al. Indications and contraindications of dental implants in medically compromised patients: update. *Medicina Oral Patologia Oral y Cirugia Bucal*, vol. 19, pg. 483-489, 2014.
8. Hwang D, Wang HL,. Medical contraindications to implant therapy: part I: absolute contraindications, *Implant Dent*. 2006, Vol. 15, 4, pg. 353-360.
9. Hwang D, Wang HL,. Medical contraindications to implant therapy: part II: Relative contraindications, *Implant Dent*. 2007, Vol. 16, 1, pg. 13-23.
10. Forna N.C., Traistaru T., *Ghid de practică în protetica dentară*. Iași-București, 2010.
11. *Basic Dental Materials*. Jaypee Brothers Medical Publishers, 2017.
12. <https://graphene-flagship.eu/graphene/understand/>
13. Xiao F., Liu L., Yang R., Zhao H., Fang L., Zhang C. Surface tension of molten Ni-(Cr, Co, W) alloys and segregation of elements. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, vol. 18, 2008.

14. James J., Julian J., Rahul J., Philip GB., Devassy JP., Reba PB. Effect of Recasting on Physical Properties of Base Metal Alloys: An In Vitro Study. *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry*, 2018.
15. Vaillant-Corroy AS., Corne P., De March P., Fleutot S., Cleymand F. Influence of recasting on the quality of dental alloys: A systematic review. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 2015.
16. Al-Hiyasat AS., Darmani H. The effects of recasting on the cytotoxicity of base metal alloys. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 2005.
17. Walczak M., Beer K., Surowska B., Borowicz J. The issue of using remelted CoCrMo alloys in dental prosthetics. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, vol. 12, pg. 171-177, 2012.
18. Joias RM., Tango RN., Junho de Araujo JE., Junho de Araujo MA., Ferreira Anzaloni Saavedra G. de S., Paes-Junior TJ., Kimpara ET. Shear bond strength of a ceramic to Co-Cr alloys. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 2008.
19. Kacprzyk B., Szymczak T., Grzegorz G., Klimek L. Effect of the Remelting on Transformations in Co-Cr-Mo Prosthetics Alloy. *Archives of Foundry Engineering*, vol. 13, 2013.
20. Ozyegin LS., Tuncer R., Avci E., Hardness, Behavior and Metal Surface Evaluation of Recasting Non-Precious Dental Alloys. *Key engineering materials*, vol.330-332, p.1425-1428, 2007.
21. Straumann. Clinical review. [www.straumann.com](http://www.straumann.com).  
[https://www.straumann.com/content/dam/mediacenter/straumann/en/documents/scientific-documentation/clinical-review/490.132-en\\_low.pdf](https://www.straumann.com/content/dam/mediacenter/straumann/en/documents/scientific-documentation/clinical-review/490.132-en_low.pdf).
22. Kelly R., Nishimura I., Campell S., Ceramics in dentistry: Historical roots and current perspectives. *Journal of Prosthetic Dentistry*, vol. 75, pg. 18-32, 1996.
23. Milleding P., Gerdes S., Holmberg K., Karlsson S., Surface energy of noncorroded and corroded dental ceramic materials before and after contact with salivary proteins. *European Journal of Oral Sciences*, 2003.
24. Milleding P., Haraldsson C., Karlsson S., Ion leaching from dental ceramics during static in vitro corrosion testing, *Journal of Biomedical Materials Research*, 2002.
25. Messer R.L.W., Lockwood P. E., Wataha J. C., Lewis J. B., Norris S., Bouillaguet S., In vitro cytotoxicity of traditional versus contemporary dental ceramics, *The Journal of Prosthetic Dentistry*, vol. 90, pg. 452-458 2003.

26. Zisi S., Burlibaşa L. Zirconia and its biomedical applications. *Metalurgia International*, vol.16, No. 7, p. 18-23, 2011.
27. Ou P., Zhang T., Wang J., Li C., Shao C., Ruan J. Microstructure, mechanical properties and osseointegration ability of Ta-20Zr alloy used as dental implant material. *Biomed Mater*, 2022.
28. Takahashi M., Kikuchi M., Okuno O. Grindability of Dental Cast Ti-Zr Alloys. *Materials Transactions*, vol. 50, nr. 4, pg. 859, 2009.
29. Cheng J., Zhu X., Zhang C., Xu F., Varghese S., Kim W.J., Hilborn J., Habibović P., Ferreira L., Al-Jamal K., European Society for Biomaterials, Royal Society of Chemistry, *Biomaterials Science*, vol 1-6, 2012-2018.
30. Sudha P.N., Sangeetha K., Kumari A.V.J., Vanisri N., Rani K., *Fundamental Biomaterials: ceramics*. Woodhead publishing, editura Elsevier, pg.223-244, 2018.
31. Brizuela-Velasco A., Pérez-Pevida E., Jiménez-Garrudo A., Gil-Mur FJ., Manero JM., Punset-Fuste M., Chávarri-Prado D., Diéguez-Pereira M., Monticelli F. Mechanical Characterisation and Biomechanical and Biological Behaviours of Ti-Zr Binary-Alloy Dental Implants. *Biomed Research International*, 2017.
32. Jamovi project 2021 - <https://www.jamovi.org/about.html>
33. Field A., *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. Sage Publications Ltd, 2017.
34. Burkea F.J.T., Lucarottib P.S.K., Ten-year outcome of crowns placed within the General Dental Services in Enland and Wales. *Journal of Dentistry*, vol. 37, pg. 12-24, 2009.
35. Hartmut F., Hildebrand H.F., Veron C., Martin P. Nickel, chromium, cobalt dental alloys and allergic reactions: an overview. *Biomaterials*, vol. 10 - 8, pg.545-548, 1989.
36. Blatz MB., Chiche G., Bahat O., Roblee R., Coachman C., Heymann HO. Evolution of Aesthetic Dentistry. *Journal of Dental Research*, 2019.
37. Ciochindă G., Bilinschi L. G., Tănase G., Burcea C.C., Perieanu V. Ş., Burlibaşa M., Dina M., Perieanu M. V., Costea R., Costea R., Bodnar D. C., Burlibaşa L., Bodnar T., Eftene O., Ionescu I. Preliminary study on antimicrobial efficiency of some common chemical substances with a disinfecting character on impression materials used in implant-prosthetic rehabilitation. *Practica Medicală*, vol. 13, nr. 2(57), 2018.
38. Roach M., *Base Metal Alloys Used for Dental Restorations and Implants*. Dental Clinics of North America, vol. 51, 2007.
39. Frikha F., Bahloul E., Mesrati H., Amouri M, Turki H., Oral electro galvanism. *Our dermatology online*, 2020.

40. Feng X., Chen A., Zhang Y., Wang J., Shao L., Wei L. Application of dental nanomaterials: potential toxicity to the central nervous system. *Int J Nanomedicine*, 2015.
41. Tibau A. V., Grube B. D., Biological Dentistry-Whole Body Health-
42. Shifting the Paradigm in the 21st Century. *Global Journal of Otolaryngology*, vol 22, 2022.
43. Olmedo D G., Duffo G., Tasat D., Guglielmotti M.B. The issue of corrosion in dental implants: a review. *Acta odontológica latinoamericana: AOL*, 2009.
44. Guglielmotti MB., Cabrini RL. Evaluación biológica de implantes dentales fracasados. *Rev Asoc Odontol Argent*, 1997.
45. Blatz MB. Chairside Digital Dentistry: A review of current technologies. *Compendium of continuing education in Dentistry*, 2021.
46. Sakaguchi R., Ferracane J., Powers J. *Craig's Restorative Dental Materials*. Oxford: Editura Mosby Elsevier, Ediția 14, 2019.
47. International Organization for Standardization - ISO 22674:2016(en), Dentistry — Metallic materials for fixed and removable restorations and appliances.
48. Nandish BT., Jayaprakash K., Shetty HK., Rao S., Ginjupalli K., Chandrashekhar HR., Prabhu S. The effects of recasting on the cytotoxicity of dental base metal casting alloys. *Journal of Conservative Dentistry*, 2020.
49. Al-Hiyasat AS., Bashabsheh OM., Darmani H. An Investigation of the Cytotoxic Effects of Dental Casting Alloys. *Quintessence Publishing Co.*, 2003.
50. Jayaprakash K., Kumar Shetty KH., Shetty AN., Nandish BT. Effect of recasting on element release from base metal dental casting alloys in artificial saliva and saline solution. *Journal of Conservative Dentistry*, 2017
51. Čairović C, Djordjevic I, Bulatović M, Mojić M et al. In vitro assessment of Ni-Cr and Co-Cr dental alloys upon recasting: cellular compatibility. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*, 2013.
52. Gupta S., Mehta AS. The effect of remelting various combinations of new and used cobalt-chromium alloy on the mechanical properties and microstructure of the alloy. *Indian Journal of Dental Research*, 2012.
53. Maksimovic V., Stoiljkovic M., Cairovic A. Some consequences of repeated casting of Co-Cr dental alloy. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 2016
54. Agrawal A., Hashmi SW., Rao Y., Garg A. Evaluation of Surface Roughness and Tensile Strength of Base Metal Alloys Used for Crown and Bridge on Recasting (Recycling). *Journal of clinical and diagnostic research*, 2015.



## Lista lucrărilor științifice publicate

1. **Ciochindă G.**, Bilinschi L. G., Tănase G., Burcea C.C., Perieanu V. Ș., Burlibașa M., Dina M., Perieanu M. V., Costea R., Costea R., Bodnar D. C., Burlibașa L., Bodnar T., Eftene O., Ionescu I. Aspects of testing the adhesion ability of microorganisms from oral cavity to common impression materials used in implant - prosthetic rehabilitation. *Practica Medicală*, vol. 13, nr. 2(57), 2018. [https://rjmp.com.ro/articles/2018.2/RJMP\\_2018\\_2\\_Art-09.pdf](https://rjmp.com.ro/articles/2018.2/RJMP_2018_2_Art-09.pdf).
2. **Ciochindă G.**, Bilinschi L. G., Tănase G., Burcea C.C., Perieanu V. Ș., Burlibașa M., Dina M., Perieanu M. V., Costea R., Costea R., Bodnar D. C., Burlibașa L., Bodnar T., Eftene O., Ionescu I. Preliminary study on antimicrobial efficiency of some common chemical substances with a disinfecting character on impression materials used in implant-prosthetic rehabilitation. *Practica Medicală*, vol. 13, nr. 2(57), 2018. [https://rjmp.com.ro/articles/2018.2/RJMP\\_2018\\_2\\_Art-17.pdf](https://rjmp.com.ro/articles/2018.2/RJMP_2018_2_Art-17.pdf).
3. **Ciochindă G.**, Mihai A., Perieanu V. Ș., Burlibașa M., MD, PhD, Univ. Assist. Perieanu M. V., Medar C., Bodnar T., Costea R., Malița M., Costea R., Ionescu I., Cristache C.M., Costache M. G., Bodnar D.C. Fixed implant supported restorations versus classical acrylic full dentures in elderly patients: Assessing the satisfaction degree. *Practica Medicală* – vol. 13, nr. 4(61), 2018. [https://rjmp.com.ro/articles/2018.4/RJMP\\_2018\\_4\\_Art-05.pdf](https://rjmp.com.ro/articles/2018.4/RJMP_2018_4_Art-05.pdf).
4. **Ciochindă G.**, Mihai A., Perieanu V.Ș, Burlibașa M., Perieanu V., Medar C., Bodnar T., Costea R., Malița M., Costea R., Ionescu I., Cristache C. M., Costache M.G., Bodnar D.C. Theoretical and practical aspects in the maintenance processes of cement retained implant supported fixed restorations. *Practica Medicală* – vol. 13, nr. 4(61), 2018. [https://rjmp.com.ro/articles/2018.4/RJMP\\_2018\\_4\\_Art-11.pdf](https://rjmp.com.ro/articles/2018.4/RJMP_2018_4_Art-11.pdf).
5. Popescu S.N., Toma M., Radu F., **Ciochinda G.**, Mihai C.N., Perieanu V.S., Ionescu I., Perieanu M.D., Ionescu C., Beuran I.A., Iorgulescu G., Andrei O.C., Burlibasa L, Cristache C.M., David M., Oancea L., Burlibasa M. General and particular aspects regarding conceiving and manufacturing fixed implant-supported prosthetic restorations. *Practica Medicală*, vol.13, No. 4 (61), 2020. [https://rjmp.com.ro/articles/2018.4/RJMP\\_2018\\_4\\_Art-11.pdf](https://rjmp.com.ro/articles/2018.4/RJMP_2018_4_Art-11.pdf).

6. Popescu S.N., Tanase G., **Ciochinda G.**, Mihai A., Perieanu V., Stanescu R, Babiuc I., Costea R., Dumitru S, Gh., Cella Andrei O., Oancea L., Toma M., Burlibasa M., Cristache C.M., Beuran I.A., Ionescu I. First permanent molar (6 years molar) edentation: classic prosthetic rehabilitation versus implant supported prosthetic rehabilitation (preliminary study). *Practica Medicală*, vol. 15, No. 1 (70), 2020. [https://rjmp.com.ro/articles/2020.1/RJMP\\_2020\\_1\\_Art-12.pdf](https://rjmp.com.ro/articles/2020.1/RJMP_2020_1_Art-12.pdf).
7. Popescu S.N., Tanase G., **Ciochinda G.**, Mihai A., Perieanu V., Stanescu R., Iuliana Babiuc I., Costea R., Dumitru S.Gh., Cella Andrei O., Oancea L., Toma M., Burlibasa M., Cristache C.M., Beuran I.A. Ionescu I., Fixed implant-supported prosthetic rehabilitation in single tooth edentations – theoretical and practical aspects. *Practica Medicală*, vol. 17, No. 2 (67), 2020. [https://rmj.com.ro/articles/2020.1/RMJ\\_2020\\_1\\_Art-10.pdf](https://rmj.com.ro/articles/2020.1/RMJ_2020_1_Art-10.pdf).
8. Mirel T., Radu F., **Ciochinda G.**, Mihai C.N., Popescu S.N., Perieanu V.S, Ionescu I, Perieanu M.V., Dina M.N., Popoviciu O., Costea R., Burlibasa R., Cristache C.M., Pauna M.R., Oancea L., Luca R. Decay of temporary teeth and the role of pediatric dentist in its treatment. *Practica Medicală*, vol. 15, No. 1 (70), 2020. [https://rjmp.com.ro/articles/2020.1/RJMP\\_2020\\_1\\_Art-14.pdf](https://rjmp.com.ro/articles/2020.1/RJMP_2020_1_Art-14.pdf).
9. Mirel T., Radu F., **Ciochinda G.**, Mihai C.N., Popescu S.N., Perieanu V.S, Ionescu I, Perieanu M.V., Dina M.N., Popoviciu O., Costea R., Burlibasa R., Cristache C.M., Pauna M.R., Oancea L., Luca R. The therapeutic approach of the odontal pathology of the temporary teeth – theoretical and practical aspects. *Practica Medicală*, vol. 17, No. 1 (67), 2020.
10. Mirel T., Radu F., **Ciochinda G.**, Mihai C.N., Popescu S.N., Perieanu V.S, Ionescu I, Perieanu M.V., Ionescu I., Ionescu C., Iorgulescu G., Beuran I.A., Burlibasa M., Andrei O.C., Burlibasa L., Cristache C.M., David M., Per S. The follow-up care process in pediatric dentistry – part I. *Practica Medicală*, vol. 15, No. 2 (71), 2020. [https://rjmp.com.ro/articles/2020.4/RJMP\\_2020\\_4\\_Art-10.pdf](https://rjmp.com.ro/articles/2020.4/RJMP_2020_4_Art-10.pdf).
11. Mirel T., Radu F., **Ciochinda G.**, Popescu S.N., Perieanu V.S, Ionescu I, Perieanu M.V., Cristache C.M., Costache M.G., Eftene O., Dina M.N, Malita M., Babiuc I., Costea R, Costea R, Marcov E.C, Per S., Sava V., Perieanu M.V. The follow-up care process in pediatric dentistry – part II. *Practica Medicală*, vol. 15, No. 4 (73), 2020. [https://rjmp.com.ro/articles/2020.4/RJMP\\_2020\\_4\\_Art-10.pdf](https://rjmp.com.ro/articles/2020.4/RJMP_2020_4_Art-10.pdf).

12. Mihai C.N, Stanciu D., **Ciochinda G.**, Burlibasa M, Perieanu M.V, Păcurar M., Beuran I.A., Donciu I., Ionescu I, Burlibasa L, Tanase G., Mihai L.L. General and particular aspects of infective risk in orthodontics and dentofacial orthopedics - part II. *Acta Medica Transilvanica*, vol. 25, No. 2, 2020, [http://www.amsibiu.ro/index.php?option=com\\_content&view=article&id=3352:general-and-particular-aspects-of-infective-risk-in-orthodontics-and-dentofacial-orthopedics-part-ii&catid=67:nr-2-2020](http://www.amsibiu.ro/index.php?option=com_content&view=article&id=3352:general-and-particular-aspects-of-infective-risk-in-orthodontics-and-dentofacial-orthopedics-part-ii&catid=67:nr-2-2020).
13. Mihai C.N, Stanciu D., **Ciochinda G.**, Burcea C.B., Burlibasa M, Perieanu V.S., Perieanu M.V., Eftene O. Babiuc I., Stănescu R., Popoviciu O., Malița M., Costea R., Dina M.N., Andrei O.C., Burlibașa L., Ionescu I. Isolation and identification of the microbial strains from the dental plaque in the patients with fixed dental appliances – preliminary study. *Practica Medicală* – vol.15, No. 1 (70), 2020, [https://rjmp.com.ro/articles/2020.1/RJMP\\_2020\\_1\\_Art-10.pdf](https://rjmp.com.ro/articles/2020.1/RJMP_2020_1_Art-10.pdf).
14. **Ciochindă G.**, Augustin M., Tănase G. The use of metal alloys in the manufacture of fixed prosthetic restorations. *Romanian Journal of Stomatology*, vol. 68, no. 2, 2022. [https://rjs.com.ro/articles/2022.2/RJS\\_2022\\_2\\_Art-02.pdf](https://rjs.com.ro/articles/2022.2/RJS_2022_2_Art-02.pdf)