



**UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE**

**„CAROL DAVILA”, BUCUREȘTI**

**ȘCOALA DOCTORALĂ  
DOMENIUL MEDICINĂ DENTARĂ**

***CONSIDERENTE BIOMECANICE ASUPRA  
COMPLICAȚIILOR PROTEZELOR ȘI  
SUPRAPROTEZELOR TOTALE***

**REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT**

**Conducător de doctorat:  
PROF. UNIV. DR. PREOTEASA ELENA**

**Student-doctorand:  
TEODORESCU CRISTIAN**

**2023**

## CUPRINS

<b>LISTA ARTICOLELOR PUBLICATE ÎN CADRUL CERCETĂRII DOCTORALE</b>	<b>1</b>
<b>LISTA ABREVIERILOR</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCERE</b>	<b>2</b>
<b>I. PARTEA GENERALĂ. STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII</b>	<b>9</b>
<b>1. ASPECTE BIOMECANICE ALE PROTEZELOR ȘI SUPRAPROTEZELOR TOTALE</b>	<b>9</b>
<b>1.1. COMPORTAMENTUL BIOMECANIC AL PROTEZELOR ȘI SUPRAPROTEZELOR TOTALE</b>	<b>9</b>
<b>1.1.1. Introducere</b>	<b>9</b>
<b>1.1.2. Caracteristici funcționale cu impact biomecanic</b>	<b>9</b>
<b>1.1.2.1. Funcția masticatorie</b>	<b>9</b>
<b>1.1.2.2. Forța ocluzală</b>	<b>10</b>
<b>1.1.3. Aspecte biomecanice în protezarea mobilă a edentatului total</b>	<b>11</b>
<b>1.1.3.1. Aspecte biomecanice în protezarea totală convențională</b>	<b>11</b>
<b>1.1.3.2. Aspecte biomecanice ale supraprotezării totale</b>	<b>13</b>
<b>1.2. ASPECTE BIOMECANICE CORELATE CU BIOPOLIMERII ACRILICI UTILIZAȚI ÎN REALIZAREA PROTEZELOR ȘI SUPRAPROTEZELOR TOTALE</b>	<b>18</b>
<b>1.2.1. Introducere</b>	<b>18</b>
<b>1.2.2. Biocompatibilitatea polimerilor acrilici</b>	<b>18</b>
<b>1.2.3. Biopolimeri utilizați în protezarea edentației totale</b>	<b>19</b>
<b>1.2.4. Aspecte mecanice ale polimetacrilatului de metil (PMMA)</b>	<b>20</b>
<b>2. COMPLICAȚIILE BIOMECANICE ALE PROTEZELOR ȘI SUPRAPROTEZELOR TOTALE</b>	<b>23</b>
<b>2.1. INTRODUCERE</b>	<b>23</b>

2.2.	FACTORII DE RISC ÎN APARIȚIA ȘI EVOLUȚIA COMPLICAȚIILOR PROTEZELOR ȘI SUPRAPROTEZELOR TOTALE	24
2.3.	ANALIZA DESCRIPTIVĂ A COMPLICAȚIILOR PROTEZELOR ȘI SUPRAPROTEZELOR TOTALE	26
II.	PARTEA SPECIALĂ	29
3.	METODOLOGIA CERCETĂRII ȘTIINȚIFICE	29
3.1.	INTRODUCERE	29
3.2.	SCOPUL CERCETĂRII	29
3.3.	IPOTEZA DE LUCRU ȘI OBIECTIVELE GENERALE ALE CERCETĂRII	30
3.4.	DIRECȚII DE CERCETARE. MATERIALE ȘI METODE	32
3.5.	REZULTATE PRECONIZATE	36
4.	STUDIUL I. PERCEPȚIA ȘI ATITUDINILE MEDICILOR STOMATOLOGI ASUPRA COMPLICAȚIILOR PROTEZELOR ȘI SUPRAPROTEZELOR TOTALE	38
4.1.	INTRODUCERE (SCOP, IPOTEZA DE LUCRU ȘI OBIECTIVE SPECIFICE)	38
4.2.	MATERIAL ȘI METODĂ	38
4.3.	REZULTATE	39
4.4.	DISCUȚII	65
4.5.	CONCLUZII	68
5.	STUDIUL II. ANALIZA PRIN METODA ELEMENTELOR FINITE (MEF) A UNOR ASPECTE BIOMECANICE ȘI COMPLICAȚII PRIVIND SUPRAPROTEZELE MANDIBULARE PE IMPLANTURI INSERATE INTERFORAMINAL	69
5.1.	INTRODUCERE (SCOP, IPOTEZA DE LUCRU ȘI OBIECTIVE SPECIFICE)	69
5.2.	MATERIAL ȘI METODĂ	69
5.3.	REZULTATE	72

5.3.1.	Supraproteza mandibulară pe două implanturi/miniimplanturi inserate interforaminal	72
5.3.2.	Supraproteza mandibulară pe patru implanturi/miniimplanturi inserate interforaminal	81
5.4.	DISCUȚII	90
5.5.	CONCLUZII	92
6.	STUDIUL III. ANALIZA PRIN METODA ELEMENTELOR FINITE (MEF) A UNOR ASPECTE BIOMECANICE ȘI COMPLICAȚII PRIVIND SUPRAPROTEZELE MANDIBULARE PE IMPLANTURI INSERATE INTERFORAMINAL ȘI LATERAL	94
6.1.	INTRODUCERE (SCOP, IPOTEZA DE LUCRU ȘI OBIECTIVE SPECIFICE)	94
6.2.	MATERIAL ȘI METODĂ	95
6.3.	REZULTATE	97
6.4.	DISCUȚII	121
6.5.	CONCLUZII	123
7.	CONCLUZII ȘI CONTRIBUȚII PERSONALE	125
	BIBLIOGRAFIA	133

## LISTA ABREVIERILOR

% = procent;

°C = grade Celsius;

Cm = centimetri;

DVO = dimensiunea verticală de ocluzie;

ID = implant dentar;

IM = intercuspidarea maximă;

Kg = kilograme;

KHN = număr de duritate Knoop;

Lb = livre;

MEF = metoda elementelor finite;

MID = miniimplanturi dentare;

Mm = milimetri;

MPa = megapascali;

N = Newton;

Ncm = Newton centimetru;

PMMA = polimetacrilat de metil;

Psi = livre pe inch pătrat;

RC = relația centrică;

SP = supraproteză;

STL = stereolitografie;

Wt% = procent de masă.

## INTRODUCERE

Complicațiile biomecanice ale protezelor dentare totale și ale supraprotezelor pe dinți și pe implanturi reprezintă consecința erorilor de elaborare a planului de tratament sau erorilor tehnice, ce țin de proprietățile materialelor, de comportamentul acestora în timpul exercitării funcțiilor aparatului dento-maxilar sau de etapele de laborator. Adaptarea deficitară, lipsa unei ocluzii bilateral balansate [1] și încărcarea ocluzală [2] sunt unele dintre principalele cauze ale fracturării bazelor acrilice, cărora li se adaugă deficiențele de menținere și stabilitate [3], căderile accidentale și solicitările prin forțe reduse, ciclice, de flexiune și încovoiere [4].

Tendința generală de creștere a speranței de viață, care se manifestă la nivel global, de la 64 de ani în 1990 la 73 de ani în 2019, cu preconizarea atingerii unui prag de 77,2 ani în 2050, în contextul în care procentul persoanelor cu vârste de peste 65 de ani va crește de la 10% în 2022 la 16% în 2050 [5], presupune și o creștere a așteptărilor pacienților în privința longevității protezelor și supraprotezelor pe dinți sau pe implanturi, perioade mai lungi de purtare a acestora și risc mai crescut de apariție a complicațiilor. Durata medie de viață a crescut, în România, de la 70,53 de ani în anul 2000 la 76,05 în 2020, iar populația rezidentă cu vârsta de peste 65 de ani a ajuns, în 2020, la aproximativ 19,12%, reprezentând o cincime dintre români [6]. Procesul de îmbătrânire a populației determină și amplificarea riscului de pierdere a dinților [7], consecință a evoluției cariilor dentare sau bolilor parodontale netratate corespunzător [8], edentația totală fiind una dintre cele mai frecvente afecțiuni ale populației adulte, aproximativ o treime dintre persoanele cu vârste cuprinse între 65 și 74 de ani fiind afectate de această patologie, în țările dezvoltate [9].

Edentația totală afectează calitatea vieții pacienților prin consecințele pierderii tuturor dinților [10], fiind o afecțiune cronică, ce poate fi considerată o dizabilitate, prin prisma incapacităților funcționale pe care le generează la nivelul aparatului dento-maxilar [11], având ecou și la nivel sistemic, evaluat prin incapacitățile fizice și funcționale pe care le poate genera și prin alterarea percepției stării de bine [12].

Pacienții purtători de proteze totale sunt mai predispuși la apariția complicațiilor decât purtătorii de proteze parțiale [13], iar în condițiile în care forța ocluzală și masticatorie a edentaților total reprezintă doar o cincime din cea a persoanelor dentate [12] și luând în considerare faptul că pentru pacienții edentați total purtători de proteze totale convenționale sunt necesare de șapte ori mai multe cicluri masticatorii pentru a tritura alimentele,

comparativ cu persoanele dentate [12], supraprotezarea pe dinți sau pe implanturi este o alternativă actuală de protezare a acestei categorii de pacienți, cu un impact benefic asupra calității vieții și gradului de satisfacție a pacienților [14], prin îmbunătățirea echilibrului, reducerea ritmului resorbției osoase și obținerea unui aspect estetic mai bun [15], precum și prin creșterea eficienței masticatorii, forța masticatorie fiind de aproape două ori mai mare decât a purtătorilor de proteze dentare convenționale [16], alternativă care nu este lipsită de posibilitatea apariției complicațiilor, la evoluția cărora contribuie o serie de factori de risc și deficiențe în ceea ce privește respectarea etapelor clinico-tehnice de realizare a acestor restaurări protetice [17].

## **I. PARTEA GENERALĂ. STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII**

### **1. ASPECTE BIOMECANICE ALE PROTEZELOR ȘI SUPRAPROTEZELOR TOTALE**

#### **1.1. COMPORTAMENTUL BIOMECANIC AL PROTEZELOR ȘI SUPRAPROTEZELOR TOTALE**

Protezele și supraprotezele totale substituie structurile oro-dentare pierdute prin instalarea edentației totale și au rolul de a reabilita funcțiile orale, precum masticția, fonația și deglutiția ori aspectul estetic al feței, astfel încât prin forma, dimensiunile și caracteristicile fizico-chimice ale componentelor sale să fie integrate în mediul biologic oferit de structurile orale cu care vin în raporturi directe și indirecte, cu îndeplinirea standardelor de biocompatibilitate.

În timpul exercitării funcțiilor aparatului dento-maxilar, protezele și supraprotezele totale sunt supuse unor solicitări simple, cu direcții și aspecte variate [18], precum tracțiunea, compresiunea, încovoierea, forfecarea și torsiunea [19], iar forțele exterioare determină deformări [18], care pot afecta atât bazele acrilice cât și țesuturile subiacente. Șocul prin impact sau fenomenul de oboseală prin încovoierea ciclică contribuie la apariția fracturării bazelor acrilice protetice [20] [21], tiparul transmiterii solicitărilor fiind influențat de grosimea suprastructurilor protetice, tipul de polimer utilizat, forța musculară, starea țesuturilor subiacente stabilitatea protezei și forma și poziția dinților artificiali [22]. Rezistența mai mare a PMMA la compresiune decât la întindere sau forfecare explică motivul pentru care zonele în care apar tensiuni compressive sunt mai puțin predispuse fracturării, comparativ cu zonele în care predomină tensiunile de încovoiere [23], iar

protezele dentare se pot fractura în urma unui număr redus de serii de solicitări puternice sau în urma unui număr crescut de solicitări repetate, de intensitate mică [18].

## **1.2. ASPECTE BIOMECANICE CORELATE CU BIOPOLIMERII ACRILICI UTILIZAȚI ÎN REALIZAREA PROTEZELOR ȘI SUPRAPROTEZELOR TOTALE**

Proprietățile mecanice care se iau în considerare în alegerea unui anumit polimer, utilizat pentru realizarea protezelor sau supraprotezelor totale pe dinți sau pe implanturi, sunt rezistența mecanică și la uzură, stabilitatea dimensională, greutatea corespunzătoare și elasticitatea, precum și estetica, ușurința de utilizare și întreținere sau prețul accesibil [24].

Cel mai utilizat polimer pentru realizarea suprastructurilor protetice, dinților artificiali sau pentru reparația lucrărilor protetice este polimetacrilatul de metil [4], care permite posibilitatea îmbunătățirii proprietăților sale precum rezistențele la impact sau la încovoiere prin modificări chimice sau ranforsări mecanice [25]. Rezistența la încovoiere constă în capacitatea materialului de a rezista la sarcinile apărute în timpul masticației [26], modulul de încovoiere fiind asociat rigidității materialului [27] [28] [29] [30] [31], iar cu cât rigiditatea suprastructurii protetice este mai mare, cu atât transmiterea forțelor masticatorii este mai simetrică la nivelul mucoasei de sprijin, osului sau dinților restanți [28].

## **2. COMPLICAȚIILE BIOMECANICE ALE PROTEZELOR ȘI SUPRAPROTEZELOR TOTALE**

### **2.1. FACTORII DE RISC ÎN APARIȚIA ȘI EVOLUȚIA COMPLICAȚIILOR PROTEZELOR ȘI SUPRAPROTEZELOR TOTALE**

Factorii predispozanți ai complicațiilor biomecanice sunt clasificați în factori anatomici, funcționali și protetici [4], unele aspectele morfologice implicate în fracturarea bazelor acrilice fiind bolta palatină ogivală, cu sau fără prezența torusului palatinal, atrofia avansată și asimetrică a crestei alveolare, asociată cu inserția înaltă a formațiunilor ligamentare periferice, precum și prezența unor resturi radiculare sau implanturi sub lucrările protetice [32] [4]. Alți factori asociația complicațiilor sunt prezența parafuncțiilor, tipologiilor faciale hipodivergente și ocluziilor instabile, nefuncționale [4], ori deficiențe ale protezelor sau etapelor tehnice de realizare ale acestora [3] [22].



## **2.2. ANALIZA DESCRIPTIVĂ A COMPLICAȚIILOR PROTEZELOR ȘI SUPRAPROTEZELOR TOTALE**

Manifestările complicațiilor biomecanice ale protezelor și supraprotezelor totale pot să apară la nivel oral, facial sau general, ori la nivelul lucrărilor protetice și componentelor acestora [33]. Complicațiile mecanice protetice sunt printre cele mai frecvente [34], rata frecvenței fracturărilor bazelor acrilice fiind ridicată [35], cu precădere la nivelul liniei mediane [36] [37], principalele cauze fiind căderea accidentală, adaptarea și retenția deficitară, deficiențele ocluzale, montarea incorectă a dinților artificiali sau factori asociați proprietăților rășinilor acrilice [2] [37].

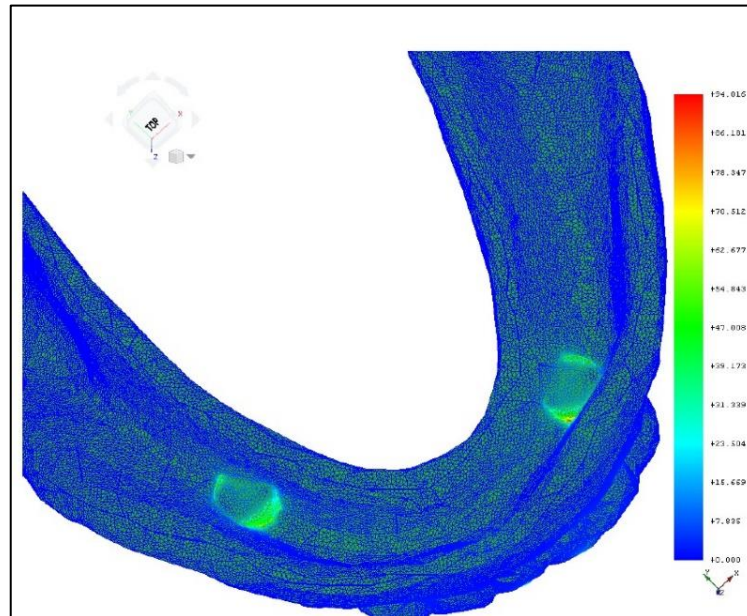
## **II. PARTEA SPECIALĂ**

### **3. METODOLOGIA CERCETĂRII ȘTIINȚIFICE**

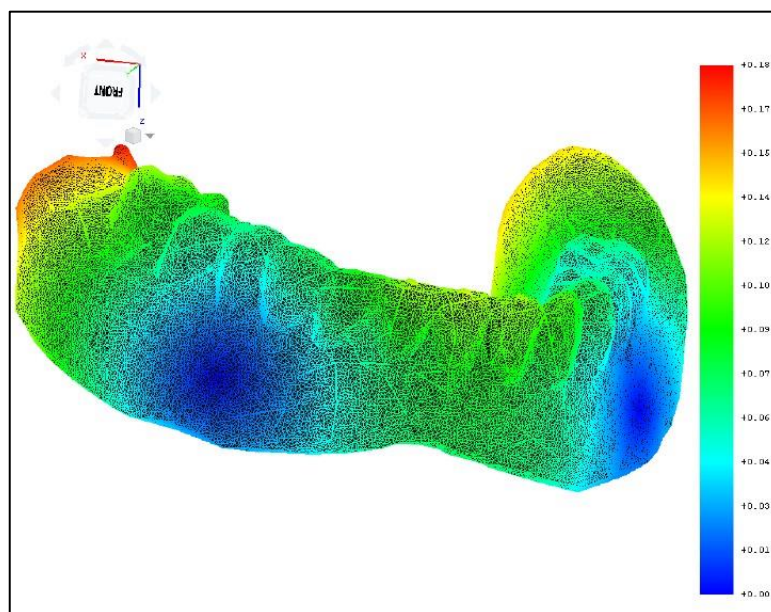
Prin direcțiile principale de cercetare s-a urmărit abordarea unor probleme actuale în domeniul proteticii dentare, referitoare la complicațiile biomecanice ale protezelor totale și supraprotezelor pe dinți sau pe implanturi, cu identificarea riscurilor și etiologiei unor complicații cu care se confruntă pacienții edentați total, protezați mobil, convențional sau pe implanturi, prin coroborarea datelor referitoare la percepția și nivelul de conștientizare a medicilor stomatologi privind incidența acestor categorii de complicații, atitudinile lor în situații clinice particulare de fracturare a suprastructurilor protetice, de pierdere a menținerii sau stabilității protezelor sau de afectare a structurilor orale, protetice și implantare, cu date experimentale referitoare la comportamentul biomecanic al supraprotezelor pe implanturi, în funcție de localizarea topografică a acestora, proprietățile fizice ale polimerilor din care sunt realizate bazele protetice, tipul de încărcare ocluzală și numărul și localizarea implanturilor care pot suferi modificări.

Cele trei direcții de cercetare au fost reprezentate de un studiu de tip transversal descriptiv, care a identificat percepția și atitudinile medicilor stomatologi generaliști și specialiști sau primari în diferite ramuri ale stomatologiei asupra complicațiilor protezelor și supraprotezelor totale, precum și două studii experimentale, realizate in silico, prin metoda elementelor finite (MEF), care au urmărit două direcții distincte, respectiv analiza unor aspecte biomecanice și complicații privind supraprotezele mandibulare pe două sau patru unități implantare inserate interforaminal, precum și analiza unor aspecte biomecanice și complicații privind supraprotezele mandibulare pe patru unități implantare, dintre care două inserate interforaminal, în zona canină, și două lateral, în zona molară, cu baze protetice

realizate din rășini acrilice moderne, injectate sub presiune, și rășini acrilice convenționale, cu analizarea consecințelor pierderii unui număr de una, două sau trei unități implantare, la aplicarea unor forțe ocluzale frontale, unilaterale sau bilaterale, prin înregistrarea tensiunilor echivalente von Mises (Figura 3.1.), exprimate în MPa, și deplasărilor (Figura 3.2.), exprimate în milimetri, cu valoare de predicție.



Figură 3.1 Scala tensiunilor echivalente von Mises la nivelul unei supraproteze mandibulare



Figură 3.2. Scala deplasărilor la nivelul unei supraproteze mandibulare

## **4. STUDIUL I. PERCEPȚIA ȘI ATITUDINILE MEDICILOR STOMATOLOGI ASUPRA COMPLICAȚIILOR PROTEZELOR ȘI SUPRAPROTEZELOR TOTALE**

### **4.1. INTRODUCERE (SCOP, IPOTEZA DE LUCRU ȘI OBIECTIVE SPECIFICE)**

Medicii stomatologi reprezintă principala categorie de profesioniști care sunt responsabili de evaluarea, diagnosticarea și abordarea terapeutică a modificărilor apărute la nivelul structurilor orale, odată cu instalarea edentației totale. Scopul studiului a fost de evaluare a percepției medicilor stomatologi specialiști în diferite ramuri ale stomatologiei asupra complicațiilor protezelor și supraprotezelor pe dinți sau pe implanturi, precum și a atitudinii lor privind abordarea acestor complicații și alternativele terapeutice, obiectivul constând în identificarea nivelului de conștientizare al medicilor stomatologi privind iminența complicațiilor protezelor și supraprotezelor pe dinți sau pe implanturi, în funcție de activitatea clinică pe care o desfășoară în scop protetic și de cazuistica pe care o observă în activitatea profesională cotidiană.

### **4.2. MATERIAL ȘI METODĂ**

Studiul transversal descriptiv a fost realizat prin intermediul unui chestionar în limba română, distribuit în mediul online, la care a participat, pe baza voluntariatului, prin exprimarea acordului informat, un eșantion de conveniență alcătuit din 63 de medici stomatologi generaliști și specialiști sau primari în protetică dentară, chirurgie oro-maxilo-facială sau dento-alveolară, endodonție, ortodonție și ortopedie dento-facială, parodontologie și stomatologie generală, pe o perioadă de aproximativ zece săptămâni.

Chestionarul a fost alcătuit din 24 de întrebări cu răspunsuri unice sau multiple, de tip închis sau deschis, iar analizarea datelor a fost realizată prin intermediul programului SPSS Statistics V26 (IBM, Armonk, NY, SUA) și a constat într-o primă parte în analiza indicatorilor de tendință centrală, iar în partea a doua s-au aplicat tehnici specifice de analiză a chestionarelor cu întrebări cu răspunsuri multiple.

### **4.3. REZULTATE**

Dintre cei 63 de medici stomatologi participanți la studiu, majoritatea au fost de sex feminin (n=49; 77,8%), cu vârste cuprinse între 30 și 39 de ani (n=33; 52,4%), care au activat în cabinete private (n=46; 73%), mai ales din mediul urban (n=58; 92,1%). Deși cei mai mulți dintre participanți au fost absolvenți de rezidențiat în protetică dentară (n=25; 39,7%),

un aspect important al studiului a fost că aproape un sfert dintre participanți au avut vârste mai mici de 30 de ani (n=15; 23,8%), majoritatea având o experiență profesională cuprinsă între 5 și 10 ani (n=23; 36,5%), urmați de cei cu vechimea în muncă mai mică de cinci ani (n=21; 33,3%). Două treimi dintre participanți au fost medici specialiști sau primari, aproape jumătate fiind proteticieni, deci medici stomatologi cu cunoștințe avansate în domeniul stomatologiei, ceea ce a reprezentat un aspect important în analizarea rezultatelor, în pofida experienței și vârstei mai reduse ale acestora.

Medicii participanți la studiu au afirmat că pacienții de sex feminin (n=49; 77,8%) solicită cel mai frecvent proteze acrilice, media de vârstă a majorității pacienților fiind cuprinsă între 40 și 60 de ani (n=30; 47,6%). Aproximativ o treime dintre participanți realizează între 2 și 6 proteze acrilice parțiale (n=18; 28,6%) și totale (n=22; 34,9%), în decurs de o lună, iar în ceea ce privește supraprotezele pe dinți sau pe implanturi, acestea sunt realizate în număr mult mai redus, mare parte din medici afirmând că nu sunt solicitate mai mult de două astfel de lucrări lunar (n=50; 79,4%). Nici reparațiile nu sunt foarte frecvente, cei mai mulți realizând două astfel de intervenții pe lună (n=51; 81%), iar aproape o cincime dintre medici între două și șase reparații (n=11; 17,5%), dintre care fracturarea bazelor acrilice (n=21; 33,3%) și necesitatea căptușirilor (n=14; 22,2%) au fost mai frecvente.

Dintre complicații, la pacienții purtători de proteze acrilice convenționale s-au întâlnit leziuni ale mucoasei orale (n=33; 52,4%), deficiențe de menținere (n=28; 44,4%) sau stabilitate (n=25; 39,7%), precum și fracturarea bazelor acrilice (n=9; 14,3%) sau a dinților artificiali (n=6; 9,5%). La pacienții cu supraproteze pe dinți sau pe implanturi au fost semnalate mai frecvent desprinderea sistemelor de atașament (n=29; 46%), complicații ale dinților restanți (n=25; 39,7%) sau ale implanturilor (n=9; 14,3%), precum și fracturarea bazelor acrilice (n=10; 15,9%).

Proteza totală maxilară (n=24; 38,1%) s-a fracturat cel mai frecvent, urmată de protezele parțiale mandibulare (n=18; 28,6%) și maxilare (n=8; 12,7%) și de proteza totală mandibulară (n=5; 7,9%). Supraprotezele pe implanturi, indiferent de arcada pe care s-au aflat, s-au fracturat mai frecvent decât cele pe dinți. Mai mult de jumătate dintre medici au observat fracturarea la nivelul liniei mediane (n=37; 58,7%), din cauza căderilor accidentale (n=42; 66,7%). Alte cauze frecvente ale fracturării bazelor acrilice au fost forța masticatorie mare (n=19; 30,2%), instabilitatea (n=18; 28,6%) sau deficiențele ocluzale (n=17; 27%).

Factorii de risc anatomici implicați cel mai frecvent în apariția fracturării protezelor au fost asimetria crestei (n=24; 38,1%), resorbția osoasă accentuată (n=24; 38,1%), prezența torușilor (n=23; 36,5%) sau prezența unor creste antagoniste dentate (n=21; 33,3%). Alți factori de risc anatomici amintiți de medicii participanți au fost cresta balantă, spațiul protetic redus, inserția înaltă a formațiunilor periferice, reziliența redusă a mucoasei sau tuberozitatea procidentă.

Fracturarea repetată a protezelor (n=39; 61,9%), căptușirile repetate (n=21; 33,3%) sau uzura dinților artificiali (n=39; 61,9%) au fost cei mai frecvenți factori de risc în relație cu starea anterioară a protezelor mobile, pe care medicii stomatologi participanți la studiu i-au observat, iar dintre factorii de risc asociați complicațiilor protetice au fost precizați antagoniștii reprezentați de dinți naturali sau lucrări protetice conjuncte (n=32; 50,8%), ocluzia instabilă (n=20; 31,7%) sau montarea incorectă a dinților artificiali (n=20; 31,7%), alături de supraevaluarea DVO, porozitatea acrilatului sau tipologiile faciale hipodivergente.

În ceea ce privește atitudinile medicilor stomatologi, majoritatea au ales să utilizeze rășinile acrilice termopolimerizabile convenționale datorită ușurinței de reparare (n=39; 61,9%) și a prețului redus (n=37; 58,7%), dintre metodele tehnologice alternative de îmbunătățire a rezistenței mecanice optând pentru ranforsarea bazelor acrilice cu inserții metalice (n=52; 82,5%) sau nemetalice (n=11; 17,5%), precum și utilizarea rășinilor moderne, injectate sub presiune sau a celor rezistente la impact.

#### **4.4. CONCLUZII**

Acest studiu a relevat faptul că implicările în protezările mobile, reparații și optimizări ale protezelor și supraprotezelor sunt diferite, în relație cu vârsta, pregătirea și experiența clinică sau mediul de desfășurare a activităților medicale de asistență stomatologică. Medicii stomatologi, indiferent de specializare, au fost conștienți de riscurile pe care tratamentul protetic le poate avea, în concordanță cu particularități ale crestelor alveolare și ale arcadelor antagoniste edentațiilor, precum și cu aspecte pe care materialele și tehnologiile de realizare a protezelor le pot avea. Instruirea pacienților privind utilizarea lucrărilor protetice și igienizarea corectă a acestora, precum și dispenserizarea devin elemente esențiale în prevenirea complicațiilor, experiența clinică a medicilor stomatologi fiind importantă pentru o bună concepere, realizare și monitorizare a acestor categorii de restaurări protetice.

## **5. STUDIUL II. ANALIZA PRIN METODA ELEMENTELOR FINITE (MEF) A UNOR ASPECTE BIOMECHANICE ȘI COMPLICAȚII PRIVIND SUPRAPROTEZELE MANDIBULARE PE IMPLANTURI INSERATE INTERFORAMINAL**

### **5.1. INTRODUCERE (SCOP, IPOTEZA DE LUCRU ȘI OBIECTIVE SPECIFICE)**

Supraprotezarea pe două implanturi inserate interforaminal reprezintă prima alternativă de tratament recomandată în cazul edentației totale mandibulare, conform Consensului McGill (2002, Canada) și recunoscut la nivel european prin Consensul York (2009). Studiul in silico prin metoda elementelor finite a fost realizat cu scopul evaluării tensiunilor și deplasărilor manifestate la nivelul unor supraproteze mandibulare pe două sau patru implanturi/miniimplanturi inserate interforaminal, cu baze protetice realizate din rășini acrilice moderne, injectate sub presiune, sau rășini acrilice obținute prin tehnici convenționale, precum și analizarea consecințelor biomecanice cauzate de pierderea unei unități implantare, situațiile simulate fiind încărcarea frontală, specifică inciziei alimentelor, și încărcarea uni- și bilaterală, specifică masticăției alimentelor și deglutiției, ca aspecte biofuncționale. Obiectivele studiului constau în identificarea unor aspecte biomecanice asupra comportamentului supraprotezelor mandibulare pe două sau patru implanturi/miniimplanturi, inserate interforaminal, care pot fi corelate cu observații clinice, cu valoare de predicție: înregistrarea tensiunilor echivalente von Mises, exprimate în MPa, ca posibili indicatori al riscului de fracturare a bazelor acrilice, și deplasărilor, exprimate în milimetri, ca posibili indicatori ai riscului de apariție a deficiențelor de echilibru, având consecințe asupra funcționalității și integrității structurilor de sprijin.

### **5.2. MATERIAL ȘI METODĂ**

Metoda elementelor finite (MEF) a permis evaluarea consecințelor aplicării forțelor compresive ocluzale, la nivel frontal sau lateral, în funcție de etapa masticatorie simulată: încărcarea dinților frontali în timpul inciziei alimentelor și încărcarea uni- sau bilaterală a dinților laterali, specifică poziției de intercuspidare maximă, deglutiției și masticăției. Simularea tridimensională, evaluarea numerică și preconizarea impactului biomecanic a pierderii unei unități implantare asupra supraprotezelor mandibulare pe două sau patru ID/MID inserate interforaminal, a fost posibilă prin MEF, care a luat în considerare condițiile de încărcare ocluzală și proprietățile fizice ale polimerilor utilizați în confecționarea bazelor protetice (rășina convențională de tip PMMA și rășina acrilică termopolimerizabilă Vitaplex

(Roko Dental Systems, Czeřochowa, Poland), injectată sub presiune prin intermediul unui dispozitiv automatizat de injectare), respectiv modulul de elasticitate și coeficientul lui Poisson.

Scanarea unei supraproteze mandibulare a permis modelarea prin elemente finite, în urma obținerii unui model tridimensional, reprezentat de o rețea de triunghiuri legate. Geometria complexă a supraprotezei mandibulare pe două sau patru ID/MID interforaminale a fost modificată nesemnificativ prin adăugarea unor cilindri pe direcția de aplicare a solicitărilor, conform poziționării topografice a unităților implantare, în zona interforaminală, cu eliminarea formei sferice a bontului, pentru a reduce din complexitatea modelului. Încărcarea ocluzală a fost reprezentată de o presiune pe suprafața cilindrilor, forța echivalentă totală fiind de 150 N [4] [38] [39]. Analiza linear elastică s-a realizat prin împărțirea în elemente tetraedrice fără noduri intermediare, iar prin rularea datelor s-au obținut deplasări, ca mărimi primare și tensiuni, considerate tensiuni echivalente von Mises.

Situațiile clinice simulate au fost: supraproteze mandibulare pe două ID/MID inserate interforaminal, realizate din rășină acrilică convențională și din rășină acrilică injectată sub presiune (situația 1) și supraproteze mandibulare pe patru ID/MID inserate interforaminal, realizate din rășină acrilică convențională și din rășină acrilică injectată sub presiune (situația 2). Pentru toate variantele s-au evaluat impactul biomecanic al solicitărilor ocluzale în timpul inciziei și masticației uni- sau bilaterale, precum și efectele pierderii unei unități implantare.

### **5.3. REZULTATE**

Din evoluția comparativă a valorilor tensiunilor von Mises la nivelul supraprotezelor mandibulare pe 2 ID/MID interforaminale, în situația inițială și în urma pierderii unei unități implantare, se observă că valorile tensionale sunt foarte apropiate pentru ambele tipuri de supraproteze, respectiv cele realizate din rășină acrilică injectată sub presiune și cele realizate din rășină acrilică convențională, iar în situația nefavorabilă a pierderii unei unități implantare, sunt evidente două aspecte: valorile se triplează în cazul încărcărilor frontale sau bilaterale, iar în situația încărcării unilaterale, tensiunile devin de aproximativ cinci ori mai mari; de asemenea, se observă diferențe mai mari între tensiunile manifestate la nivelul celor două tipuri de rășini acrilice, cele convenționale fiind supuse celor mai mari valori tensionale.

În ceea ce privește deplasările manifestate la nivelul supraprotezelor mandibulare pe 2 ID/MID interforaminale, în situația inițială și în urma pierderii unei unități implantare, se

observă că în situația inițială, cele două categorii de supraproteze, indiferent de tipul de rășină acrilică din care sunt realizate bazele, sunt supuse unor deplasări aproape similare ca valoare, diferențele fiind ușor mai mari în cazul încărcării unilaterale. Odată cu pierderea unei unități implantare, valorile deplasărilor cresc considerabil, încărcarea bilaterală generând creșteri de aproape zece ori, iar încărcarea unilaterală creșteri de aproape treisprezece ori, pentru ambele categorii de supraproteze acrilice. De asemenea, în cea de-a doua situație, se observă o creștere mai mare a diferențelor dintre deplasările manifestate la nivelul supraprotezelor realizate din rășini injectate sub presiune și celor realizate din rășini acrilice convenționale.

Rezultatele comparative ale studiului prin MEF asupra celor două tipuri de supraproteze mandibulare pe 2 ID/MID inserate interforaminal, în situația inițială și în urma pierderii unei unități implantare, au fost sintetizate în tabelele V.1. și V.2.

Tabel V.1. Modificările biomecanice ale pierderii unei unități implantare asupra SP mandibulare pe 2 ID/MID interforaminale, cu baza protetică realizată din rășină acrilică injectată sub presiune

	<b>SUPRAPROTEZA MANDIBULARĂ DIN RĂȘINĂ ACRILICĂ INJECTATĂ SUB PRESIUNE</b>			
	<b>2 ID/MID</b>		<b>1 ID/MID, DIN CAUZA PIERDERII UNEI UNITĂȚI IMPLANTARE</b>	
	<b>TENSIUNEA VON MISES (MPA)</b>	<b>DEPLASAREA (MM)</b>	<b>TENSIUNEA VON MISES (MPA)</b>	<b>DEPLASAREA (MM)</b>
<b>ÎNCĂRCAREA OCLUZALĂ</b>				
<b>Încărcarea frontală</b>	76	0,17	243,88	0,45
<b>Încărcarea bilaterală</b>	89,27	0,24	267,49	2,6
<b>Încărcarea unilaterală</b>	117,69	0,37	593,14	5,1



Tabel V.2. Modificările biomecanice ale pierderii unei unități implantare asupra SP mandibulare pe 2 ID/MID inserate interforaminal, cu baza protetică realizată din rășină acrilică convențională

<b>SUPRAPROTEZA MANDIBULARĂ DIN RĂȘINĂ ACRILICĂ CONVENȚIONALĂ</b>				
	<b>2 ID/MID</b>		<b>1 ID/MID, DIN CAUZA PIERDERII UNEI UNITĂȚI IMPLANTARE</b>	
<b>ÎNCĂRCAREA OCLUZALĂ</b>	<b>TENSIUNEA VON MISES (MPA)</b>	<b>DEPLASAREA (MM)</b>	<b>TENSIUNEA VON MISES (MPA)</b>	<b>DEPLASAREA (MM)</b>
<b>Încărcarea frontală</b>	79,78	0,16	255,96	0,41
<b>Încărcarea bilaterală</b>	91,48	0,22	286,94	2,38
<b>Încărcarea unilaterală</b>	121,58	0,33	615,92	4,69

Evoluția comparativă a valorilor tensiunilor von Mises la nivelul supraprotezelor mandibulare pe 4 ID/MID interforaminale relevă faptul că în situația inițială, diferențele dintre valorile tensionale manifestate la nivelul celor două tipuri de supraproteze, respectiv celor realizate din rășini injectate sub presiune și celor realizate din rășini acrilice convenționale, sunt mici, însă pierderea unei unități implantare determină creșteri ale acestei diferențe și creșteri semnificative ale tensiunilor von Mises, încărcarea bilaterală generând creșteri de 1,5 ori a valorilor tensionale, iar încărcarea unilaterală creșteri de aproape două ori a acestor valori.

În ceea ce privește deplasările manifestate la nivelul supraprotezelor mandibulare pe 4 ID/MID interforaminale, în situația inițială și în urma pierderii unei unități implantare, se observă că în situația inițială, cele două categorii de supraproteze, indiferent de tipul de rășină acrilică din care sunt realizate bazele, sunt supuse unor deplasări aproape similare ca valoare, diferențele fiind ușor mai mari în cazul încărcărilor bi- și unilaterale, însă diferențele devin mai mari odată cu pierderea unei unități implantare, la fel ca și valorile tensionale, încărcarea unilaterală determinând creșteri de aproape patru ori ale acestor valori.

Rezultatele comparative ale studiului prin MEF asupra celor două tipuri de supraproteze mandibulare pe 4 ID/MID inserate interforaminal, în situația inițială și în urma pierderii unei unități implantare, au fost sintetizate în tabelele V.3. și V.4.

Tabel V.3. Modificările biomecanice ale pierderii unei unități implantare distale asupra SP mandibulare pe 4 ID/MID interforaminale, cu baza protetică realizată din rășină acrilică injectată sub presiune [39]

<b>SUPRAPROTEZA MANDIBULARĂ DIN RĂȘINĂ ACRILICĂ INJECTATĂ SUB PRESIUNE</b>				
	<b>4 ID/MID</b>		<b>3 ID/MID, DUPĂ PIERDEREA UNEI UNITĂȚI IMPLANTARE DISTALE</b>	
<b>ÎNCĂRCAREA OCLUZALĂ</b>	<b>TENSIUNEA VON MISES (MPA)</b>	<b>DEPLASAREA (MM)</b>	<b>TENSIUNEA VON MISES (MPA)</b>	<b>DEPLASAREA (MM)</b>
<b>Încărcarea frontală</b>	26,96	0,065	32,91	0,069
<b>Încărcarea bilaterală</b>	70,41	0,15	103,56	0,48
<b>Încărcarea unilaterală</b>	91,5	0,27	155,72	1,14

Tabel V.4. Modificările biomecanice ale pierderii unei unități implantare distale asupra SP mandibulare pe 4 ID/MID interforaminale, cu baza protetică realizată din rășină acrilică convențională

<b>SUPRAPROTEZA MANDIBULARĂ DIN RĂȘINĂ ACRILICĂ CONVENȚIONALĂ</b>				
	<b>4 ID/MID</b>		<b>3 ID/MID, DUPĂ PIERDEREA UNEI UNITĂȚI IMPLANTARE DISTALE</b>	

<b>ÎNCĂRCAREA OCLUZALĂ</b>	<b>TENSIUNEA VON MISES (MPA)</b>	<b>DEPLASAREA (MM)</b>	<b>TENSIUNEA VON MISES (MPA)</b>	<b>DEPLASAREA (MM)</b>
<b>Încărcarea frontală</b>	27,65	0,058	31,73	0,062
<b>Încărcarea bilaterală</b>	71,69	0,13	107,95	0,44
<b>Încărcarea unilaterală</b>	89,98	0,25	167,13	1,03

### **5.5. CONCLUZII**

În prima situație, a unei supraproteze mandibulare pe două ID/MID inserate interforaminal, valorile tensiunilor echivalente von Mises și ale deplasărilor au fost aproape similare pentru cele două variante de supraproteze, respectiv cea realizată din rășină acrilică injectată sub presiune și cea realizată din rășină acrilică convențională, cu evidențierea unei ușoare creșteri a valorilor tensionale în cazul utilizării PMMA, însoțită de o scădere foarte mică a deplasărilor, pentru toate situațiile de încărcare ocluzală simulate. Odată cu pierderea unei unități implantare s-au observat modificări semnificative ale valorilor tensionale și deplasărilor, pentru ambele variante de supraproteze, ca indicator clinic al creșterii riscului la fracturare a bazelor acrilice și afectarea funcționalității și structurilor de sprijin protetic.

În cea de-a doua situație, a unei supraproteze mandibulare pe patru ID/MID inserate interforaminal, utilizarea rășinilor convenționale pentru realizarea bazelor protetice a determinat, precum în prima situație, valori ușor mai reduse ale deplasărilor, indiferent de varianta de încărcare ocluzală. De asemenea, pierderea unei unități implantare a generat creșterea valorilor tensionale și ale deplasărilor, pentru ambele variante de supraproteze, încărcarea unilaterală generând cele mai nefavorabile rezultate. De altfel, încărcarea unilaterală a fost cea mai nefavorabilă în toate situațiile simulate, indiferent de numărul de de unități implantare sau de tipul de rășină acrilică din care a fost realizată supraproteza mandibulară, iar încărcarea frontală a determinat cele mai reduse tensiuni echivalente von Mises și cele mai reduse deplasări.

Suplimentarea numărului de implanturi sau miniimplanturi inserate interforaminal, de la două la patru, a determinat o reducere de aproape trei ori a valorilor tensiunilor echivalente von Mises și a deplasărilor în situația încărcării frontale a supraprotezelor, indiferent de tipul de rășini acrilice din care sunt realizate, observându-se o tendință de

reducere a acestor parametri la toate tipurile de încărcări ocluzale. Pierderea unei unități implantare a determinat o creștere semnificativă a tensiunilor von Mises și a deplasărilor în situația supraprotezelor mandibulare pe două ID/MID, însă suplimentarea numărului implanturilor sau miniimplanturilor, de la două la patru, a generat prin pierderea unei unități implantare distale modificări mai reduse ale valorilor tensionale și deplasărilor.

În concluzie, aspectele biomecanice în supraprotezarea mandibulară pe două sau patru ID/MID inserate interforaminal sunt în relație cu numărul unităților implantare, caracteristicile materialelor din care sunt realizate bazele protetice, dar și cu aspecte biofuncționale (presiuni în zona incizală, uni- sau bilaterale) și apariția unor complicații precum pierderea unei unități implantare, care determină creșterea tensiunilor și deplasărilor la nivelul suprastructurii protetice.

## **6. STUDIUL III. ANALIZA PRIN METODA ELEMENTELOR FINITE (MEF) A UNOR ASPECTE BIOMECANICE ȘI COMPLICAȚII PRIVIND SUPRAPROTEZELE MANDIBULARE PE IMPLANTURI INSERATE INTERFORAMINAL ȘI LATERAL**

### **6.1. INTRODUCERE (SCOP, IPOTEZA DE LUCRU ȘI OBIECTIVE SPECIFICE)**

Supraprotezarea pe implanturi sau miniimplanturi în cazul edentației totale mandibulare reprezintă o alternativă de tratament care prezintă o serie de avantaje, comparativ cu protezarea totală convențională. Numărul implanturilor, respectiv al sistemelor de retenție, și distribuția lor pot oferi un bun echilibru protezelor și o eficiență funcțională crescută, precum și îmbunătățirea confortului fizic și psihic și calitatea vieții. Studiul in silico prin metoda elementelor finite a fost realizat cu scopul evaluării tensiunilor și deplasărilor manifestate la nivelul unei supraproteze mandibulare pe patru ID/MID, dintre care două inserate interforaminal, în zona canină, și două lateral, în zona molară, precum și pentru analizarea consecințelor biomecanice cauzate de pierderea a una, două sau trei unități implantare. Obiectivul studiului a fost de identificare a unor aspecte biomecanice asupra comportamentului supraprotezelor mandibulare pe patru ID/MID, inserate în diferite localizări topografice (frontal și lateral), protezele fiind realizate din rășini acrilice, obținute prin tehnici convenționale sau moderne, injectate sub presiune, aspecte ce pot fi corelate cu observații clinice cu valoare de predicție în ceea ce privește concentrarea tensiunilor și

creșterea riscului de fracturare, precum și tendința deplasărilor, cu deficiențe de echilibru și afectarea structurilor de sprijin.

## **6.2. MATERIAL ȘI METODĂ**

Ca metodă de analiză a fost utilizată metoda elementelor finite (MEF), care a permis evaluarea consecințelor aplicării forțelor compresive ocluzale, la nivel frontal sau lateral, în funcție de etapa masticatorie simulată: încărcarea dinților frontali în timpul inciziei alimentelor și încărcarea uni- sau bilaterală a dinților laterali, aspecte caracteristice masticăției, poziției de intercuspidare maximă și deglutiției. Prin metoda elementelor finite, care ia în considerare condițiile de încărcare ocluzală și proprietățile fizice ale polimerilor utilizați în confecționarea bazelor protetice, respectiv modulul de elasticitate și coeficientul lui Poisson, a fost posibilă și s-a realizat simularea tridimensională, evaluarea numerică și preconizarea impactului biomecanic a pierderii unui număr de unități implantare asupra supraprotezelor mandibulare pe patru ID/MID, dintre care două inserate interforaminal, în zona canină, și două inserate lateral, în zona molară.

Au fost simulate situațiile clinice ale unor supraproteze mandibulare pe patru ID/MID, cu localizări diferite, dintre care două inserate în zona interforaminală, în zonele canine, și două laterale, în zonele molare, cu evaluarea impactului biomecanic al solicitărilor ocluzale în timpul inciziei și masticăției uni- sau bilaterale, precum și efectul pierderii unui număr de una, două sau trei unități implantare, astfel: pierderea unei unități implantare din zona molară, pierderea unei unități implantare din zona canină, pierderea a două unități implantare, respectiv una din zona canină și una din zona molară, pierderea a două unități implantare din zonele canine și pierderea a trei unități implantare, respectiv două din zonele canine și una din zona molară. Supraprotezele simulate au luat în considerare două situații diferite privind componenta materială, fiind realizate din rășini acrilice convenționale și moderne, injectate sub presiune.

## **6.3. REZULTATE**

Evoluția comparativă a valorilor tensiunilor von Mises la nivelul supraprotezelor mandibulare pe 4 ID/MID, dintre care două inserate interforaminal și două inserate în zona laterală, în situația inițială și în urma pierderii a una, două sau trei unități implantare, în varianta în care baza protetică a fost realizată din rășini injectate sub presiune, evidențiază faptul că pentru toate categoriile de încărcări ocluzale este vizibilă o creștere a valorilor tensionale, odată cu pierderea unităților implantare, cele mai mari valori fiind observate în

situația nefavorabilă a pierderii a trei dintre cele patru unități implantare. În această situație, încărcarea frontală a generat cea mai mare tensiune echivalentă von Mises, care a fost de aproape treizeci de ori mai mare față de situația inițială. De asemenea, se observă că încărcarea frontală a generat valori tensionale mai mari decât încărcarea unilaterală și în situația pierderii a unul sau două unități implantare din zona canină, iar încărcarea bilaterală a generat cele mai reduse valori ale tensiunilor echivalente în toate variantele simulate.

Prin analiza deplasărilor manifestate la nivelul supraprotezelor mandibulare pe 4 ID/MID, dintre care două inserate interforaminal și două inserate în zona laterală, în situația inițială și în urma pierderii a una, două sau trei unități implantare, în varianta în care baza protetică a fost realizată din rășini injectate sub presiune, se observă că cele mai mari valori ale deplasărilor s-au înregistrat în cazul încărcării unilaterale, în situația nefavorabilă a pierderii a trei unități implantare, respectiv două din zonele canine și unul din zona molară.

De altfel, încărcarea unilaterală a generat cele mai mari deplasări în majoritatea situațiilor simulate, cu excepția situației inițiale și a pierderii a două implanturi din zonele canine, în care încărcarea frontală a generat cele mai mari deplasări. De asemenea, încărcarea bilaterală a generat deplasări mai mari decât încărcarea frontală în situațiile pierderii a unui implant din zona molară sau a două implanturi, dintre care unul din zona canină și unul din zona molară.

Evoluția comparativă a valorilor tensiunilor von Mises la nivelul supraprotezelor mandibulare pe 4 ID/MID, dintre care două inserate interforaminal și două inserate în zona laterală, în situația inițială și în urma pierderii a una, două sau trei unități implantare, în varianta în care baza protetică a fost realizată din rășini acrilice convenționale a evidențiat că cele mai mari valori tensionale s-au înregistrat în timpul încărcării frontale, în situația pierderii a trei unități implantare, dintre care două din zonele canine și unul din zona molară, iar situațiile în care încărcarea unilaterală a generat tensiuni echivalente mai mari decât încărcarea frontală sunt situația inițială, pierderea unui implant din zona molară și pierderea a două implanturi, unul din zona canină și unul din zona molară. Încărcarea bilaterală a generat cele mai reduse valori tensionale în toate situațiile nefavorabile ale pierderii unui număr de unități implantare, cu excepția situației inițiale, în care cea mai redusă tensiune s-a observat în urma încărcării frontale.

În ceea ce privește deplasările manifestate la nivelul supraprotezelor mandibulare pe 4 ID/MID, dintre care două inserate interforaminal și două inserate în zona laterală, în

situația inițială și în urma pierderii a una, două sau trei unități implantare, în varianta în care baza protetică a fost realizată din rășini acrilice convenționale, se observă că cele mai mari valori s-au înregistrat în timpul încărcării unilaterale, în situația pierderii a trei unități implantare, dintre care două din zonele canine și unul din zona molară, iar cele mai reduse deplasări în cazul încărcărilor frontale și bilaterale, în majoritatea cazurilor, cu excepția situației pierderii a două implanturi din zonele canine, în care încărcarea frontală a generat cea mai importantă valoare a deplasării, sau în situația pierderii a unui implant din zona canină și a unuia din zona molară, în care încărcarea bilaterală a generat o deplasare mai mare decât încărcarea frontală, însă de două ori mai mică decât încărcarea unilaterală.

Rezultatele comparative ale studiului prin MEF asupra celor două tipuri de supraproteze mandibulare pe 4 ID/MID, dintre care două inserate interforaminal și două inserate în zona laterală, în situația inițială și în urma pierderii a una, două sau trei unități implantare, au fost sintetizate în tabelele VI.1. și VI.2.

Tabel VI.1. Modificările biomecanice ale pierderii unui număr variabil de unități implantare asupra SP mandibulare pe 4 ID/MID, dintre care două inserate interforaminal și două inserate în zona laterală, cu baza protetică realizată din rășină acrilică injectată sub presiune [39]

	ÎNCĂRCAREA FRONTALĂ		ÎNCĂRCAREA BILATERALĂ		ÎNCĂRCAREA UNILATERALĂ	
	Tensiunea von Mises (MPa)	Deplasarea (mm)	Tensiunea von Mises (MPa)	Deplasarea (mm)	Tensiunea von Mises (MPa)	Deplasarea (mm)
Supraproteza mandibulară din rășină injectată sub presiune						
4 ID/MID	35,8	0,061	40,87	0,028	82	0,057
3 ID/MID, după pierderea unui implant din zona molară	91,67	0,088	55,13	0,15	110,66	0,28

3 ID/MID, după pierderea unui implant din zona canină	166,1	0,11	50,92	0,07	113,08	0,15
2 ID/MID, după pierderea a două implanturi: unul din zona canină și unul din zona molară	344,81	0,51	177,27	2,26	384,79	4,7
2 ID/MID, după pierderea a două implanturi din zonele canine	586,3	0,58	103,61	0,17	161,82	0,24
1 ID/MID, după pierderea a trei implanturi: două din zonele canine și unul din zona molară	1194,35	2,04	469,61	4,33	949,44	8,49



Tabel VI.2. Modificările biomecanice ale pierderii unui număr variabil de unități implantare asupra SP mandibulare pe 4 ID/MID, dintre care două inserate interforaminal și două inserate în zona laterală, cu baza protetică realizată din rășină acrilică convențională

	ÎNCĂRCAREA FRONTALĂ		ÎNCĂRCAREA BILATERALĂ		ÎNCĂRCAREA UNILATERALĂ	
	Tensiunea von Mises (MPa)	Deplasarea (mm)	Tensiunea von Mises (MPa)	Deplasarea (mm)	Tensiunea von Mises (MPa)	Deplasarea (mm)
Supraproteza mandibulară din rășină convențională	35,36	0,063	40,99	0,026	82,26	0,052
3 ID/MID, după pierderea unui implant din zona molară	91,62	0,081	58,10	0,13	116,63	0,26
3 ID/MID, după pierderea unui implant din zona canină	166,62	0,10	53,45	0,063	121,27	0,14
2 ID/MID, după pierderea a două implanturi: unul din zona canină și unul din zona molară	346,21	0,47	188,27	2,07	406,36	4,29
2 ID/MID, după	584,21	0,53	106,75	0,15	173,08	0,21

pierderea a două implanturi din zonele canine						
1 ID/MID, după pierderea a trei implanturi: două din zonele canine și unul din zona molară	1195,94	1,86	475,44	3,93	958,88	7,76

#### 6.4. CONCLUZII

Pierderea unor unități implantare a demonstrat apariția unor diferențe importante ale tensiunilor von Mises și ale deplasărilor, cu consecințe clinice asupra stabilității lucrărilor protetice, funcționalității aparatului dento-maxilar și riscului de fracturare a bazelor acrilice. Prin pierderea unei unități implantare din zona canină s-au observat diferențe semnificative ale tensiunilor echivalente, în urma încărcării frontale fiind înregistrată o creștere tensională de 4,6 ori mai mare, iar încărcarea unilaterală a generat, în urma pierderii unei unități implantare din zona molară, o creștere de aproape cinci ori mai mare a valorii deplasării, fără să fie evidente diferențe semnificative între cele două variante de supraproteze.

Prin pierderea a două unități implantare din cele patru s-au înregistrat creșteri ale tensiunilor echivalente von Mises de peste 16 ori la încărcarea frontală, atunci când cele două unități implantare pierdute au fost cele interforaminale, iar cea mai mare deplasare s-a observat în urma încărcării unilaterale, prin pierderea ambelor unități implantare de pe o hemiarcadă.

Pierderea a trei unități implantare a generat cele mai mari valori ale tensiunilor von Mises în urma încărcării frontale, atât pentru supraprotezele mandibulare pe patru ID/MID realizate din rășini acrilice injectate sub presiune cât și pentru cele realizate din rășini acrilice convenționale. Cele mai mari valori ale deplasărilor s-au înregistrat în urma încărcării unilaterale.

## 7. CONCLUZII ȘI CONTRIBUȚII PERSONALE

În primul studiu am prezentat rezultate importante privind corelația dintre complicațiile biomecanice ale protezelor dentare și supraprotezelor pe dinți și pe implanturi și particularitățile structurilor orale ori deficiențele lucrărilor protetice, rășinilor acrilice și metodelor tehnologice de realizare. Prin prisma observației și a experienței profesionale, medicii participanți la acest studiu transversal descriptiv au identificat principalele tipuri de complicații cu care se pot confrunta pacienții edentați, protezați mobil cu proteze dentare convenționale sau supraproteze pe dinți sau pe implanturi, cauzele acestora, în relație cu factori de risc anatomici, factori ce țin de starea anterioară a protezelor mobile sau statusul protetic, precum și atitudinea terapeutică pe care o abordează în relație cu prevenirea sau reducerea efectelor nefavorabile instalării acestor complicații, ținând cont de alternativele actuale moderne în domeniul polimerilor, ranforsărilor bazelor acrilice și supraprotezărilor. Înțelegerea particularităților locale și generale ale pacienților și respectarea strictă a principiilor de protezare mobilă convențională și pe implanturi, precum și instruirea și dispensarizarea pacienților tinde să reducă riscul apariției complicațiilor acestor variante protetice. Rezultatele obținute în urma acestui studiu au susținut ipoteza de lucru, iar rezultatele preconizate au fost confirmate, cu îndeplinirea obiectivelor stabilite.

În studiile realizate prin metoda elementelor finite, metoda de cercetare bazată pe analiza experimentală numerică a noilor alternative de tratament protetic pe implanturi a pacientului edentat total, ca supraprotezări și noi materiale introduse pentru realizarea suprastructurilor protetice, prin tehnici de injectare sub presiune, prin prisma reacției lucrărilor protetice în diferite situații clinice de încărcare ocluzală, a permis evaluarea tensiunilor, solicitărilor și deplasărilor la care sunt supuse acestea. Simularea celor mai recomandate alternative de supraprotezare pe două sau patru implanturi sau miniimplanturi a avut în vedere caracteristicile biofuncționale privind solicitările ocluzale și posibilitatea pierderii unor unități implantare. Pierderea unui număr de unități implantare a generat diferențe importante ale tensiunilor von Mises și ale deplasărilor, consecințele clinice fiind manifestate prin creșterea riscului de fracturare a bazelor acrilice, odată cu prezența unor zone de concentrare a tensiunilor, instabilitatea lucrărilor protetice și dezechilibrele funcționale ale aparatului dento-maxilar, cu posibilitatea afectării structurilor de sprijin. Supraprotezele din rășini convenționale au înregistrat valori tensionale mai mari, indiferent de tipul de încărcare ocluzală, dar deplasări ușor mai reduse, comparativ cu supraprotezele

din rășini acrilice moderne, injectate sub presiune, proprietățile fizice ale polimerilor având o influență asupra rezultatelor, care au fost în concordanță cu cele preconizate.

S-a evidențiat faptul că încărcarea frontală a unei supraproteze mandibulare pe patru ID/MID inserate interforaminal a generat cea mai redusă tensiune echivalentă von Mises, indiferent de tipul de rășină acrilică din care a fost realizată suprastructura protetică, aceasta reprezentând cea mai favorabilă situație pentru a suporta încărcările ocluzale. Atunci când cele patru ID/MID au fost inserate atât interforaminal, cât și lateral, cele mai reduse valori tensionale s-au înregistrat, pentru majoritatea cazurilor, în urma încărcării bilaterale, indiferent de numărul de unități implantare restante, cu excepția situației inițiale, în care încărcarea frontală a determinat o tensiune echivalentă mai mică, pentru ambele tipuri de rășini acrilice utilizate în realizarea bazelor protetice.

Studiile au evidențiat că suplimentarea numărului de unități implantare de la două la patru în zona interforaminală a determinat o scădere a tensiunilor echivalente de aproape trei ori în cazul încărcării frontale și de aproximativ 1,5 ori în urma încărcărilor uni- sau bilaterale, iar în situația nefavorabilă a pierderii uneia dintre unitățile implantare, suplimentarea implanturilor a determinat o reducere și mai importantă a valorilor tensionale, la încărcarea frontală fiind observată o scădere de aproape opt ori a tensiunilor echivalente von Mises, indiferent de tipul de rășină acrilică utilizată. Alegerea zonei laterale ca loc de inserție a câte două unități implantare, alături de zona interforaminală, a determinat de asemenea o reducere a valorilor tensionale, comparativ cu situația supraprotezei mandibulare pe două ID/MID interforaminale, valorile fiind apropiate de cele întâlnite în cazul supraprotezei mandibulare pe patru ID/MID interforaminale.

Situația de încărcare maximă, care a generat cea mai mare tensiune echivalentă von Mises a fost determinată de încărcarea frontală a unei supraproteze mandibulare pe patru ID/MID, dintre care două inserate interforaminal și două în zona laterală, în urma pierderii a trei unități implantare, două din zonele canine și unul din zona molară, fără ca tipul de rășină acrilică din care a fost realizată suprastructura protetică să aibă o influență semnificativă. Încărcarea frontală s-a dovedit a fi nefavorabilă și a generat cele mai mari valori tensionale în situația pierderii unor unități implantare din zonele anterioare ale arcadei dentare, respectiv a unuia sau ambelor implanturi din zonele canine, însă atunci când implanturile distale au fost cele care s-au pierdut, încărcarea unilaterală a determinat tensiuni echivalente mai mari. De asemenea, încărcarea unilaterală a generat cele mai mari tensiuni

și în situația supraprotezelor mandibulare pe două sau patru ID/MID interforaminale, atât în situațiile inițiale, cât și în urma pierderii unei unități implantare distale.

În ceea ce privește stabilitatea, cea mai redusă deplasare s-a observat în situația supraprotezei mandibulare pe patru ID/MID, dintre care două inserate în zona interforaminală și două în zona laterală, cu baza protetică realizată din rășină acrilică convențională, în urma încărcării bilaterale, valoarea fiind apropiată de cea din situația utilizării rășinilor injectate sub presiune. Suplimentarea numărului de unități implantare de la două la patru în zona interforaminală a determinat o scădere a deplasărilor pentru toate variantele de încărcări ocluzale, în situația inițială sau în urma pierderii unei unități implantare, indiferent de tipul de rășină acrilică din care s-a realizat suprastructura protetică. În cazul supraprotezelor pe două sau patru ID/MID inserate interforaminal, încărcarea frontală a generat cele mai reduse deplasări, iar în cazul supraprotezei pe patru ID/MID, dintre care două inserate în zona interforaminală și două în zona laterală, încărcarea bilaterală a determinat cele mai reduse valori ale deplasărilor în majoritatea cazurilor, cu excepția situațiilor în care a apărut pierderea unei unități implantare din zona molară, situație în care încărcarea frontală a generat deplasări mai mici.

Cea mai mare tendință la deplasare a fost generată de încărcarea unilaterală a supraprotezelor mandibulare pe patru ID/MID, dintre care două inserate interforaminal și două în zona laterală, cu baza protetică realizată din rășină injectată sub presiune. De altfel, încărcarea unilaterală a generat cele mai mari deplasări în majoritatea cazurilor, indiferent de numărul și localizarea topografică a unităților implantare. În cazul supraprotezelor mandibulare pe patru ID/MID, dintre care două inserate interforaminal și două în zona laterală, încărcarea frontală a generat deplasări mai mari în situația inițială și în cazul pierderii celor două implanturi din zonele canine, pentru ambele tipuri de rășini acrilice utilizate.

Prin studiile pe care le-am realizat clinic și prin simulare numerică am adus precizări valoroase privind corelarea aspectelor clinice cu cele biomecanice specifice supraprotezărilor pe implanturi, ca noi alternative de protezare, dar și ca noi posibilități de utilizare a materialelor destinate realizării bazelor protetice, care ar putea avea un efect de amortizare a presiunilor și de reducere a deplasărilor, cu scăderea riscului de fracturare a restaurărilor protetice.

## BIBLIOGRAFIA SELECTIVĂ

1. Murthy HBM, Shaik S, Sachdeva H, Khare S, Haralur SB, Roopa KT. Effect of Reinforcement Using Stainless Steel Mesh, Glass Fibers, and Polyethylene on the Impact Strength of Heat Cure Denture Base Resin - An In Vitro Study. *J Int oral Heal JIOH*. 2015;7(6):71–9.
2. Takamiya AS, Monteiro DR, Marra J, Compagnoni MA, Barbosa DB. Complete denture wearing and fractures among edentulous patients treated in university clinics. *Gerodontology*. 2012;29(2).
3. Bhattacharya SR, Ray PK, Makhal M, Sen SK. Incidence and Causes of Fracture of Acrylic Resin Complete Denture. *J Evol Med Dent Sci*. 2014;3(69):14787–93.
4. Preoteasa E, Găvan M, Preoteasa CT, Murariu Măgureanu C. Ranforsarea bazelor acrilice cu agenți fibrilari și cu pulberi. București. Editura Cermaprint; 2008. 70,360.
5. World Population Prospects. United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2022). World Population Prospects 2022: Summary of Results. UN DESA/POP/2022/TR/NO. 3.
6. Chivu M, Iagăr ME, Geréd B, Simion AE, Sinigaglia LC. National Institute of Statistics Statistic Statistical Yearbook. 2017;697.
7. Bicheru M, Preoteasa CT, Imre M, Preoteasa E. The impact of general and oral health status on removable dentures and quality of life among the elderly. A literature review. *Rom J Stomatol*. 2018;64(4):215–21.
8. Al-Rafee MA. The epidemiology of edentulism and the associated factors: A literature Review. *J Fam Med Prim Care*. 2020;9(4):1841–3.
9. Petersen P, Kandelman D, Arpin S, Ogawa H. Global oral health of older people – Call for Public Health Action. *Community Dent Health*. 2010;27:257–67.
10. Dikicier S, Atay A, Korkmaz C. Health-related quality of life in edentulous patients. *J Med Life*. 2021;14(5):683–9.
11. Vazouras K, Taylor T. Full-Arch Removable vs Fixed Implant Restorations: A Literature Review of Factors to Consider Regarding Treatment Choice and

- Decision-Making in Elderly Patients. *Int J Prosthodont.* 2021;34:s93–101.
12. Emami E, Souza RF de, Kabawat M, Feine JS. The Impact of Edentulism on Oral and General Health. *International Journal of Dentistry.* *Int J Dent.* 2013;2013:7.
  13. Rahman MS. Clinical Performance of Removable Partial and Complete Dentures at a Speciality Dental Clinic, Hyderabad: A Retrospective Study. *Ann Int Med Dent Res.* 2017;3(2):11–4.
  14. Kutkut A, Bertoli E, Frazer R, Pinto-Sinai G, Fuentealba Hidalgo R, Studts J. A systematic review of studies comparing conventional complete denture and implant retained overdenture. *J Prosthodont Res.* 2018;62(1):1–9.
  15. Melescanu Imre M, Marin M, Preoteasa E, Tancu AM, Preoteasa CT. Two implant overdenture-the first alternative treatment for patients with complete edentulous mandible. *J Med Life.* 2011;4(2):207–9.
  16. Ahmad R, Chen J, Abu-Hassan M, Li Q, Swain M. Investigation of Mucosa-Induced Residual Ridge Resorption Under Implant-Retained Overdentures and Complete Dentures in the Mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2015;30(3):657–66.
  17. Teodorescu C, Preoteasa E, Preoteasa CT, Murariu-Măgureanu C, Teodorescu IM. Perception and attitudes of dentists regarding the complications of conventional acrylic dentures and overdentures supported by teeth or implants. *J Med Life.* 2022 Aug;15(8):1031–7.
  18. Sakaguchi, R., Ferracane, J., and Powers J. Restorative materials: Resin composites and polymers. Fourteenth. *Craig's Dental Restorative Materials.* Elsevier Inc.; 2018. 135–156 p.
  19. Bratu D, Ciosescu D, Romînu M, Uram-Țuculescu S. *Materiale Dentare. Bazele fizico-chimice ale materialelor dentare.* Timișoara: Editura Helicon; 1994.
  20. Cernescu A, Faur N, Bortun C, Nes C. Fatigue crack growth rate in acrylic resins under variable amplitude loading. *Theor Appl Fract Mech.* 2011;56(1):58–61.
  21. Arora S, Arora A, Upadhyaya V, Goyal A. Evaluation of the mechanical properties of high impact denture base resin with different polymer to monomer ratios: An In vitro study. *Indian J Dent Sci.* 2017;9(2):67.

22. Beyli MS, von Fraunhofer JA. An analysis of causes of fracture of acrylic resin dentures. *J Prosthet Dent.* 1981;46(3):238–41.
23. Prombonas AE, Vlissidis DS, Maria PA, Nikolas PA. The stress state of the fraenal notch region in complete upper dentures. *Med Eng Phys.* 2012;34(10):1477–82.
24. Krishna AR, Swamy RKN, Vyas R, Konakanchi A. Conventional and Contemporary polymers for the fabrication of denture prosthesis: part I-Overview, composition and properties. ~ 82 ~ *Int J Appl Dent Sci.* 2015;1(4):82–9.
25. Zafar MS. Prosthodontic applications of polymethyl methacrylate (PMMA): An update. *Polymers (Basel).* 2020;12(10):1–35.
26. Diaz-Arnold AM, Vargas MA, Shaull KL, Laffoon JE, Qian F. Flexural and fatigue strengths of denture base resin. *J Prosthet Dent.* 2008;100(1):47–51.
27. de Oliveira Limírio JPJ, Gomes JM de L, Alves Rezende MCR, Lemos CAA, Rosa CDDRD, Pellizzer EP. Mechanical properties of polymethyl methacrylate as a denture base: Conventional versus CAD-CAM resin – A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *J Prosthet Dent.* 2022;128(6):1221–9.
28. Gavrilă-Ardelean L, Gavrilă-Ardelean M. The flexural strength of traditional and modern acrylic prosthetic bases. *Mater Plast.* 2020;57(3):111–6.
29. Mann RS, Ruse ND. Fracture toughness of conventional, milled and 3D printed denture bases. *Dent Mater.* 2022;38(9):1443–51.
30. Chhabra M, Nanditha Kumar M, RaghavendraSwamy KN, Thippeswamy HM. Flexural strength and impact strength of heat-cured acrylic and 3D printed denture base resins- A comparative in vitro study. *J Oral Biol Craniofacial Res.* 2022;12(1):1–3.
31. Faot F, Costa MA, Del Bel Cury AA, Rodrigues Garcia RCM. Impact strength and fracture morphology of denture acrylic resins. *J Prosthet Dent.* 2006;96(5):367–73.
32. Farmer JB. Preventive prosthodontics: Maxillary denture fracture. *J Prosthet Dent.* 1983;50(2):172–5.
33. Preoteasa E, Preoteasa CT, Iosif L, Magureanu CM, Imre M. Denture and Overdenture Complications. In: *Emerging Trends in Oral Health Sciences and*



- Dentistry. 2015.
34. Velasco-Ortega E, del Rocío Jiménez-Martin I, Moreno-Muñoz J, Núñez-Márquez E, Rondón-Romero JL, Cabanillas-Balseira D, et al. Long-Term Treatment Outcomes of Implant Protheses in Partially and Totally Edentulous Patients. *Materials (Basel)*. 2022;15(14):4910.
  35. Sekinishi T, Inukai S, Murakami N, Wakabayashi N. Influence of denture tooth thickness on fracture mode of thin acrylic resin bases: An experimental and finite element analysis. *J Prosthet Dent*. 2015;114(1):122–9.
  36. Shweta C. Complete denture fracture – A proposed classification system and its incidence in National Capital Region population: A survey. *J Indian Prosthodont Soc*. 2019;19:307–12.
  37. Naik A. Complete denture fractures: A clinical study. *J Indian Prosthodont Soc*. 2009;9(3):148–50.
  38. Pisani MX, Presotto AGC, Mesquita MF, Barão VAR, Kemmoku DT, Del Bel Cury AA. Biomechanical behavior of 2-implant– and single-implant–retained mandibular overdentures with conventional or mini implants. *J Prosthet Dent*. 2018;120(3):421–30.
  39. Teodorescu C, Preoteasa E, Preoteasa CT, Murariu-Măgureanu C, Teodorescu IM. The Biomechanical Impact of Loss of an Implant in the Treatment with Mandibular Overdentures on Four Nonsplinted Mini Dental Implants: A Finite Element Analysis. *Materials (Basel)*. 2022;15(23).

## LISTA ARTICOLELOR PUBLICATE ÎN CADRUL CERCETĂRII DOCTORALE

1. **Teodorescu C**, Preoteasa E, Preoteasa CT, Murariu-Măgureanu C, Teodorescu IM. The Biomechanical Impact of Loss of an Implant in the Treatment with Mandibular Overdentures on Four Nonsplinted Mini Dental Implants: A Finite Element Analysis. *Materials* (Basel). 2022 Dec 5;15(23):8662. doi: 10.3390/ma15238662. PMID: 36500160; PMCID: PMC9739263. (Indexat ISI – Factor de impact 3.748)  
Link: <https://www.mdpi.com/1996-1944/15/23/8662>  
Capitolul 3 (paginile 29 – 37), Capitolul 5 (paginile 69 – 93), Capitolul 6 (paginile 94 – 124), Capitolul 7 (paginile 125 – 132)
2. **Teodorescu C**, Preoteasa E, Preoteasa CT, Murariu-Măgureanu C, Teodorescu IM. Perception and attitudes of dentists regarding the complications of conventional acrylic dentures and overdentures supported by teeth or implants. *J Med Life*. 2022 Aug;15(8):1031-1037. doi: 10.25122/jml-2022-0020. PMID: 36188643; PMCID: PMC9514824. (Indexat PubMed)  
Link: <https://medandlife.org/wp-content/uploads/JMedLife-15-1031.pdf>  
Capitolul 3 (paginile 29 – 37), Capitolul 4 (paginile 38 – 68), Capitolul 7 (paginile 125 – 132)