

**UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE**

**“VICTOR BABEȘ” DIN TIMISOARA**

**FACULTATEA DE MEDICINĂ DENTARĂ**

**Departamentul III**

**TOPALĂ, FLORIN-IONEL**



# **TEZĂ DE DOCTORAT**

**ABORDĂRI COMPUTERIZATE ȘI EXPERIMENTALE**

**ÎN ANALIZA STRUCTURALĂ A MATERIALELOR DENTARE:**

**APLICAȚII ÎN ENDODONȚIE, PROTETICĂ ȘI PARODONTOLOGIE**

## **R E Z U M A T**

**Conducător de doctorat:**

**Prof.Univ.Dr. NEGRUȚIU MEDA LAVINIA**

**Timișoara**

**2023**



## CUPRINS

LISTA LUCRĂRILOR ȘTIINȚIFICE PUBLICATE

LISTA CU ABREVIERI ȘI SIMBOLURI

LISTA FIGURILOR

LISTA TABELELOR

DEDICAȚIE

MULȚUMIRI

INTRODUCERE

PARTEA GENERALĂ

CAPITOLUL 1. Materiale dentare în stomatologia clinică

1.1. Materiale de restaurare

1.2. Materiale protetice

1.3. Materiale utilizate în endodonție

1.4. Materiale utilizate în parodontologie

1.5. Materiale adezive

CAPITOLUL 2. Tomografia în coerență optică (OCT) în stomatologie

2.1. Principii ale OCT

2.2. Aplicații ale OCT în analiza structurală dentară

2.3. Avantajele și limitările OCT în stomatologie

2.4. Concluzie

CAPITOLUL 3. Microtomografia computerizată (microCT) și aplicațiile sale dentare

3.1. Principii ale tomografiei microcomprimate

3.2.. Aplicații în stomatologie

3.3. Avantajele și limitările tomografiei MicroCT în stomatologie

CAPITOLUL 4. Utilizarea tomografiei computerizate cu fascicul conic (CBCT) în medicina dentară

4.1. Principii ale tomografiei computerizate cu fascicul conic

4.2. Aplicații ale tomografiei computerizate cu fascicul conic în analiza probelor dentare

4.3. Avantajele și limitările CBCT în analiza epruvetelor dentare

4.4.. Concluzie

CAPITOLUL 5. Analiza cu elemente finite în stomatologie

- 5.1. Aplicații ale analizei cu elemente finite în stomatologie
- 5.2. Avantajele și limitările analizei cu elemente finite în stomatologie
- 5.3. Direcții viitoare și progrese în analiza cu elemente finite în stomatologie

## PARTEA SPECIALĂ

### CAPITOLUL 6. Analiza irigațiilor endodontice cu nanoparticole de aur și argint cu ajutorul en-face OCT: studiu in vitro

- 6.1. Introducere
- 6.2. Material și metoda
- 6.3. Evaluarea canalelor radiculare
- 6.4. Alegerea eșantioanelor
- 6.5. Rezultate
- 6.6. Discuții

### CAPITOLUL 7. Evaluarea capacității de modelare a trei instrumente endodontice din nichel-titan tratate termic pe replici dentare standardizate și tipărite 3D cu ajutorul tomografiei computerizate cu fascicul conic

- 7.1. Introducere
- 7.2. Materiale și metode
- 7.3. Rezultate
- 7.4. Discuții
- 7.5. Limitări
- 7.6. Concluzii

### CAPITOLUL 8. Obturații endodontice evaluate cu ajutorul OCT En Face, microCT și SEM

- 8.1. Obiectiv
- 8.2. Materiale și metode
- 8.3. Rezultate
- 8.4. Discuții
- 8.4. Concluzii

### CAPITOLUL 9. Efectele variațiilor de temperatură în timpul sinterizării protezelor dentare metaloceramice investigate nedistructiv cu ajutorul OCT

- 9.1. Introducere
- 9.2. Material și metodă
- 9.3. Rezultate

#### 9.4. Discuție

#### 9.5. Concluzii

CAPITOLUL 10 Eficacitatea PerioTabs, o soluție de periaj al gingiei pe bază de NitrAdină, la pacienții cu afecțiuni parodontale tratați cu proteze parțiale fixe

##### 10.1. Material și metodă

##### 10.2. Analiza datelor

##### 10.3. Rezultate

##### 10.4. Discuții

##### 10.5. Concluzii

CAPITOLUL 11. Efectul designului schletului și al materialului de fațetare asupra comportamentului biomecanic al coroanelor dentare din zirconiu placate cu ceramică presată

##### 11.1. Material și metodă

##### 11.2. Rezultate

##### 11.3. Discuții

##### 11.4. Concluzii

CAPITOLUL 12. Piesa de mână pentru scanarea OCT

##### 12.1. Metoda OCT și configurația sistemului

##### 12.2. Concluzii

CONCLUZII

BIBLIOGRAFIE

ARTICOLELE PUBLICE IN EXTENSO

## REZUMAT

Studiul în discuție prezintă analize cuprinzătoare a numeroase aspecte din medicina dentară, cu accent pe tratamentele endodontice, imagistica de diagnostic și protetica dentară. Realizată printr-o serie de experimente, simulări și analize comparative, studiul stabilește în mod eficient un cadru bogat pentru a ghida evaluarea și aplicarea diferitelor proceduri și tehnologii dentare.

**Primul studiu** care investighează eficacitatea soluțiilor de irigare pe bază de nanoparticule în procedurile endodontice, în special în tratamentul canalului radicular. Studiul utilizează scanări prin tomografie în coerență optică (OCT) pentru a analiza morfologia canalului radicular și prezența nanoparticulelor în segmentul apical al canalelor radiculare după irigare. Scopul principal este de a îmbunătăți eficacitatea dezinfecției endodontice prin utilizarea soluțiilor pe bază de nanoparticule, în special NanoCare Plus și NanoCare Gold, ambele conținând nanoparticule de argint și de aur în concentrații diferite.

Lotul de studiu cuprinde 12 canale radiculare, fiecare analizat cu ajutorul a aproximativ 100 de imagini OCT. Regiunile de interes (ROI) au fost alese pe baza morfologiei canalului radicular, iar valorile pixelilor au fost analizate cu ajutorul software-ului ImageJ. Valorile pixelilor pe scară de gri (variind de la 0 la 255) au fost corelate la ratele de absorbție a luminii, indicând astfel densitatea țesuturilor. Analizele statistice au fost efectuate cu ajutorul testului *t* al lui Student pentru a identifica diferențele semnificative din punct de vedere statistic între grupuri.

**Rezultatele:** Iriganți cu nanoparticule: Scanările OCT au arătat că soluțiile pe bază de nanoparticule, atunci când sunt utilizate ca iriganți, au crescut valorile scalei de gri ale canalelor radiculare. Acest lucru indică o rată mai mare de absorbție a luminii și sugerează că nanoparticulele aderă eficient la pereții canalelor radiculare.

**Diferențe semnificative:** S-a constatat o diferență semnificativă din punct de vedere statistic în ceea ce privește nivelurile scalei de gri între grupul de control (Grupul 1) și grupurile care utilizează iriganți pe bază de nanoparticule (Grupurile 2 și 3), ambele prezentând  $P < 0,00001$ .

În mod interesant, studiul a raportat, de asemenea, o formă aproape circulară a conturilor canalelor radiculare după instrumentarea rotativă cu instrumente din nichel-titan.

Cu toate acestea, nu a existat nicio diferență semnificativă din punct de vedere statistic între cele două grupuri care au utilizat iriganți cu nanoparticule (Grupurile 2 și 3) în ceea ce privește nivelurile de cenușă ( $P > 0,05$ ).

Studiul concluzionează că soluțiile pe bază de nanoparticule pot îmbunătăți semnificativ eficacitatea procedurilor de irigare endodontică. Aceste particule au fost observate chiar și în segmentul apical al canalelor radiculare, care în mod tradițional este dificil de curățat eficient. Aceste constatări deschid ușa pentru un proces de dezinfecție optimizat și mai eficient în tratamentele de canal radicular.

Cu toate acestea, există limitări, inclusiv limitările de rezoluție ale sistemului OCT utilizat în cadrul studiului, care nu a putut face o diferențiere clară între tuburile dentare și nanoparticule. Cercetările viitoare ar putea implica tehnici de imagistică îmbunătățite și teste specifice de cultură bacteriană pentru a evalua eficacitatea antimicrobiană a acestor nanoparticule.

În general, studiul indică o direcție promițătoare în domeniul endodonției, combinând nanotehnologia și științele imagistice pentru rezultate mai bune pentru pacienți.

#### Analiza comparativă a instrumentelor endodontice

Cercetarea își inițiază discursul prin compararea critică a performanțelor a trei tipuri de instrumente endodontice utilizate pe scară largă - Reciproc Blue, WaveOne Gold și ProTaper Gold - în modelarea unor canale radiculare simulate. Experimentul a fost structurat pentru a măsura doi parametri pivotali: transportul canalului și capacitatea de centrare.

#### Constatări:

**Reciproc Blue:** A demonstrat un transport mai pronunțat al canalului în direcțiile mezială și bucală, evidențiind un anumit nivel de agresivitate în modelare. Acest lucru ar putea fi îngrijorător atunci când menținerea anatomiei canalare originale este crucială.

**WaveOne Gold:** A prezentat o capacitate de centrare diminuată, în special în direcția mezio-distală. Astfel de caracteristici pot crește riscul de perforații sau de slăbire a structurii radiculare înconjurătoare.

**ProTaper Gold:** A oferit cea mai echilibrată performanță, caracterizată de un transport minim al canalului și o capacitate de centrare lăudabilă. De asemenea, a fost cel mai puțin

intruziv în ceea ce privește modificarea curburii canalului, indicând potențialul său de conservare a caracteristicilor anatomice.

**Metodologie:** Utilizarea canalelor radiculare simulate a permis crearea unui mediu controlat, asigurând astfel o validitate mai mare a rezultatelor.

**Implicații:** Datele servesc drept o resursă neprețuită pentru medicii stomatologi pentru a face alegeri informate cu privire la instrumentele endodontice, în special atunci când se pune accentul pe tratamentele minim invazive sau atunci când au de-a face cu anatomii complexe ale canalelor.

### **Tomografia în coerență optică (OCT) și microtomografia computerizată (μCT) în diagnosticare**

Trecând de la instrumentele procedurale la tehnologiile de diagnosticare, studiul se referă la capacitățile tomografiei în coerență optică (OCT) și ale microtomografia computerizată (μCT) în identificarea condițiilor canalelor radiculare.

**Constatări:**

OCT: evidențiată pentru rezoluția sa axială superioară și mai sigură, în special atunci când spectrul sursei este lărgit. Tehnologia este deosebit de eficientă în identificarea defectelor, cum ar fi lacunele din obturațiile canalelor radiculare și neconcordanțele de la interfețele pereților canalelor.

μCT: Recomandată pentru rolul său în susținerea constatărilor OCT. Cercetarea implică faptul că μCT ar putea servi ca instrument secundar de diagnosticare, lucrând în tandem cu OCT pentru o analiză mai holistică.

**Metodologie:** Tehnicile avansate de imagistică OCT și μCT au fost utilizate pentru o analiză detaliată a secțiunii transversale a probelor de canale radiculare simulate, sporind precizia și fiabilitatea rezultatelor.

**Implicații:** Această secțiune deschide calea pentru integrarea tehnologiilor imagistice de ultimă generație în diagnosticul dentar de rutină, revoluționând potențialul standardul de îngrijire în endodonție. De asemenea, subliniază necesitatea unui tratament post-endodontic pentru o îngrijire completă.

### **Monitorizarea temperaturilor cuptoarelor de ceramică**



O altă fațetă notabilă a cercetării implică utilizarea OCT multispectrală/simplu-spectrală (MS/SS-OCT) pentru monitorizarea în timp real a temperaturii din interiorul cuptoarelor de ceramică, crucială în realizarea de proteze dentare.

Constatări: Variațiile semnificative ale reflectivității materialului servesc drept indicatori timpurii pentru necesitățile de calibrare. Studiul a arătat că o schimbare de 40% a reflexivității în comparație cu probele de control ar trebui să determine o recalibrare imediată pentru a evita defectele și fracturile în straturile ceramice.

Metodologie: Temperatura cuptorului și reflectivitatea materialului au fost monitorizate continuu cu ajutorul MS/SS-OCT, iar datele au fost comparate cu valorile de control prestabilite.

Implicații: Constatările evidențiază rolul indispensabil al monitorizării riguroase a temperaturii pentru producerea de proteze ceramice rezistente și eficiente, influențând astfel succesul tratamentului pe termen lung.

### **Eficacitatea PerioTabs în gestionarea inflamației gingivale**

Studiul a inclus un studiu clinic care a avut ca scop măsurarea eficacității PerioTabs în ameliorarea inflamației gingivale în rândul pacienților cu boală parodontală care au fost, de asemenea, echipați cu proteze parțiale fixe (FPD).

Constatări: A fost observată o scădere marcată a inflamației gingivale, dublată de o satisfacție crescută a pacienților.

Metodologie: Studiul a implicat pacienți cu probleme parodontale preexistente care erau tratați cu FPD-uri și a fost structurat astfel încât să includă grupuri de control și de testare pentru a asigura rezultate precise.

Implicații: Rezultatele indică faptul că PerioTabs poate fi un tratament adjuvant eficient în managementul bolii parodontale, în special pentru cei care urmează, de asemenea, tratamente protetice.

### **Modele structurale pentru restaurările din ceramică și zirconiu**

Cercetarea încorporează tehnici computaționale precum analiza elementelor finite (FEA) și tehnologia CAD/CAM pentru a evalua comportamentul biomecanic al coroanelor din ceramică-zirconia.

Constatări: Studiul a concluzionat că alegerea cadrului de zirconiu și a materialului de placare are un impact considerabil asupra integrității biomecanice a coroanelor.

Metodologie: Diferite combinații de modele de rame de zirconiu și materiale de placare au fost simulate cu ajutorul CAD/CAM și evaluate prin FEA.

Implicații: Medicii stomatologi pot utiliza aceste informații pentru a personaliza tratamentele, asigurând longevitatea estetică și funcțională a protezelor.

### **Dispozitive OCT portabile**

Studiul se încheie prin prezentarea dispozitivelor OCT portabile care au fost implementate cu succes atât în contexte otorinolaringologice, cât și dentare. Scopul final este de a înlocui anumite aplicații ale microscopiei electronice de baleiaj (SEM) cu aceste sisteme OCT mai eficiente.

Constatări: Dispozitivele OCT portabile, bazate pe 1D Grating Spectrometer (GS), s-au dovedit a fi promițătoare în diverse aplicații medicale și dentare.

Metodologie: Tehnologia a fost implementată în medii clinice din lumea reală pentru validare.

Implicații: Dispozitivele portabile prezintă o oportunitate de a extinde domeniul de aplicare al OCT în mediile de diagnosticare, sporind atât accesibilitatea, cât și utilitatea acestuia.

### **Direcții viitoare și concluzii**

Cercetarea oferă o rețea bogată de informații și date, servind drept piatră de temelie pentru explorarea și aplicarea ulterioară în stomatologie. Examinarea sa detaliată, a progreselor în domeniul imagisticii de diagnostic și evaluarea amănunțită a științelor materialelor în protetica dentară oferă o înțelegere holistică a peisajului actual. De asemenea, studiul pregătește terenul pentru viitoarele eforturi de cercetare prin evidențierea unor domenii precum optimizarea structurii de control pentru dispozitivele OCT și explorarea posibilităților de testare nedistructivă (NDT).

În concluzie, această lucrare de cercetare amplă servește drept ghid și resursă pentru studiile în curs și viitoare și deține un potențial semnificativ de a ridica standardul asistenței medicale dentare. Abordarea multidimensională a studiului nu numai că avansează

Înțelegerea noastră a tehnologiilor și metodelor actuale, dar servește, de asemenea, ca un catalizator pentru viitoarele inovații în domeniu.