

**UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE
„VICTOR BABEȘ” DIN TIMIȘOARA
FACULTATEA DE MEDICINĂ DENTARĂ
Departamentul I**

OREL LAURA



TEZĂ DE DOCTORAT
EVALUĂRI ȘI MONITORIZĂRI ALE
PREPARAȚIILOR ENDODONTICE CU SISTEME
DEDICATE

– R E Z U M A T –

Conducător de doctorat
PROF.UNIV.DR. MEDA-LAVINIA NEGRUȚIU

Timișoara
2023

CUPRINS

LISTĂ LUCRĂRI PUBLICATE	VI
LISTA ABREVIERILOR	VII
INDEXUL FIGURILOR.....	VIII
INDEXUL TABELELOR.....	X
MULȚUMIRI.....	XIII
I. INTRODUCERE	XIV
II. PARTEA GENERALĂ.....	1
1. PRINCIPII, TEHNICI ȘI INSTRUMENTE DE PREPARARE A CANALULUI RADICULAR.....	1
1.1. GENERALITĂȚI	1
1.2. INFLUENȚA ANATOMIEI ENDODONTICE (INFLUENȚA „FACTORULUI CANAL”) ASUPRA ETAPEI DE PREPARARE A CANALULUI RADICULAR	3
1.3. INFLUENȚA SISTEMULUI DE PREPARARE (INFLUENȚA FACTORULUI „INSTRUMENT”) ASUPRA PREPARĂRII CANALULUI RADICULAR	4
1.3.1. GENERALITĂȚI REFERITOARE LA ALIJUL DE NITI.....	4
1.3.2. EVOLUȚIA ALIAJELOR DE NITI.....	5
1.3.3. SISTEME DE PREPARARE DIN ALIAJE DE NITI CU MEMORIE CONTROLATĂ.....	8
1.3.3.1. Sistemul ProTaper Gold (Dentsply Sirona, Ballaigues, Elveția)	8
1.3.3.2. Sistemul Reciproc Blue (VDW GmbH, Munchen, Germania).....	10
1.3.3.3. Sistemul WaveOne Gold (Dentsply Sirona, Ballaigues, Elveția) ..	12
2. METODE DE EVALUARE A INSTRUMENTĂRII CANALULUI RADICULAR.....	16
2.1. TIPURI DE MODELE EXPERIMENTALE FOLOSITE ÎN STUDIILE PRIVIND INSTRUMENTAREA CANALULUI RADICULAR.....	16
2.1.1. CANALE SIMULATE IN BLOCURI DE PLASTIC	16
2.1.2. DINȚI UMANI EXTRAȘI.....	17
2.1.3. REPLICI DENTARE REALIZATE PRIN PRINTARE 3D	17
2.2. TIPURI DE ANALIZĂ A PREPARAȚIILOR ENDODONTICE	18
2.2.1. INVESTIGAȚII PRIVIND TRANSPORTUL CANALULUI RADICULAR (DEVIEREA FAȚĂ DE TRAIECTUL INIȚIAL AL CANALULUI RADICULAR).....	19

2.2.2. ANALIZA ZONELOR PREPARATE SAU NEPREPARATE ALE CANALULUI RADICULAR	20
2.3. METODE DE EVALUARE.....	20
2.3.1. METODE DE EVALUARE A CAPACITĂȚII DE CURĂȚARE A INSTRUMENTELOR ENDODONTICE.....	21
2.3.1.1. Microscopie electronică de baleiaj (Scanning electron microscopy-SEM)	21
2.3.2. METODE DE EVALUARE A CAPACITĂȚII DE PREPARARE A INSTRUMENTELOR ENDODONTICE.....	22
2.3.2.1. Radiografia digitală.....	22
2.3.2.2. Fotografia standardizată.....	23
2.3.2.3. Computer tomografia cu fascicul conic (CBCT).....	24
2.3.2.4. Tomografia micro-computerizată (Micro-CT/ μ CT)	26
2.3.2.5. Tomografia în coerență optică (OCT)	27
2.3.2.6. Analiza elementelor finite (FEA)	28
III. PARTEA SPECIALĂ.....	30
3. STUDIU EXPERIMENTAL COMPARATIV PRIVIND EFICIENȚA A TREI SISTEME DE PREPARARE DEDICATE DIN ALIAJE DE NICHEL-TITAN PE BLOCURI DE RĂȘINĂ CU CANALE SIMULATE.....	30
3.1. CONTEXT	30
3.2. SCOP	31
3.3. MATERIAL ȘI METODĂ.....	31
3.4. REZULTATE.....	37
3.4.1. REZULTATE PE NIVELE.....	41
3.4.1.1. Rezultate pentru fața L.....	41
3.4.1.2. Rezultate pentru fața R	42
3.4.1.3. Rezultate pentru fața F.....	43
3.4.1.4. Rezultate pentru fața B	45
3.4.2. REZULTATE PE TREIMI PENTRU FAȚA L	46
3.4.2.1. Analiza statistică pentru treimea apicală (nivelele 0-4).....	46
3.4.2.2. Analiza statistică pentru treimea medie (nivelele 5-8)	49
3.4.2.3. Analiză statistică pentru treimea coronară (nivelele 9-12).....	51
3.4.3. REZULTATE PE TREIMI PENTRU FAȚA R	54
3.4.3.1 Analiza statistică pentru treimea apicală (nivelele 0-4).....	54
3.4.3.2. Analiza statistică pentru treimea medie (nivelele 5-8)	56

3.4.3.3. Analiza statistică pentru treimea coronară (nivelele 9-12).....	59
3.4.4. REZULTATE PE TREIMI PENTRU FAȚA B	61
3.4.4.1. Analiza statistică pentru treimea apicală (nivelele 2-5).....	61
3.4.4.2. Analiza statistică pentru treimea medie (nivelele 6-8)	64
3.4.4.3. Analiza statistică pentru treimea coronară (nivelele 9-11).....	66
3.4.5. REZULTATE PE TREIMI PENTRU FAȚA F.....	68
3.4.5.1. Analiza statistică pentru treimea apicală (nivelele 2-5).....	68
3.4.5.2. Analiza statistică pentru treimea medie (nivelele 6-8)	70
3.4.5.3. Analiza statistică pentru treimea coronară (nivelele 9-11).....	72
3.5. DISCUȚII.....	75
3.6. CONCLUZII	79
4. STUDIU EXPERIMENTAL DE EVALUARE A PREPARAȚIILOR ENDODONTICE PE REPLICI DENTARE CU CANALE STANDARDIZATE CURBE, PRIN METODA IMAGISTICĂ CBCT	80
4.1. CONTEXT	80
4.2. SCOP	81
4.3. MATERIAL ȘI METODĂ.....	81
4.4. REZULTATE.....	89
4.5. DISCUȚII.....	93
4.6. CONCLUZII	96
5. STUDIU EXPERIMENTAL DE EVALUARE A MODIFICĂRII UNGHIULUI DE CURBURĂ A CANALULUI RADICULAR ÎN URMA PREPARĂRII CANALELOR RADICULARE CU 3 SISTEME DIFERITE	97
5.1. CONTEXT	97
5.2. SCOP	98
5.3. MATERIAL ȘI METODĂ.....	99
5.4. REZULTATE.....	101
5.5. DISCUȚII.....	104
5.6. CONCLUZII	107
IV. CONCLUZII FINALE	108
V. CONTRIBUȚII PROPRII	110
BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ.....	111
ANEXE	I

INTRODUCERE

În ultimii ani, endodonția ca ramură a stomatologiei, a experimentat o dezvoltare semnificativă atât în ceea ce privește metodele de diagnostic și investigare a anatomiei endodontice, cât și în ceea ce privește etapele propriu-zise ale tratamentului. Folosirea tot mai frecventă a tomografiei computerizate pentru evaluarea dificultății unui caz clinic, folosirea sistemelor de magnificație tip lupe și mai ales a microscopului operator endodontic în toate etapele clinice ale unui tratament, dezvoltarea continuă a instrumentelor din nichel-titan NiTi ca tip de secțiune, conicitate, dar și permanenta îmbunătățire adusă aliajului de NiTi, au făcut astăzi ca predictibilitatea unui tratament endodontic să crească în mod semnificativ.

Evaluarea pre- și post-operatorie a canalului radicular poate fi acum efectuată cu ajutorul tehnologiilor imagistice moderne, ce permit clinicienilor să obțină o imagine detaliată a canalului radicular, să urmărească cât mai fidel respectarea acestor morfologii dificile de către instrumentele pe care le folosesc în preparare, dar și să urmărească în timp evoluția unui caz tratat și să evalueze cât mai fidel vindecarea în cazul leziunilor de origine endodontică.

O dată cu dezvoltarea instrumentelor mecanizate de preparare a canalului radicular, prin evoluția continuă a aliajului de nichel-titan din care sunt fabricate, prin modificarea formei pe secțiune și a conicității lor, tratamentul endodontic a cunoscut o îmbunătățire semnificativă, atât din punct de vedere calitativ, cât și din punct de vedere al timpului de tratament, cu rezultate mai bune, mai sigure și mai rapide în beneficiul pacientului.

Ca tânăr clinician ce utilizează în fiecare zi diferite sisteme de preparare endodontică din aliaje de nichel-titan, preocuparea mea continuă a fost să evaluez în mod comparativ felul în care ele se comportă în canalul radicular, să evidențiez gradul lor de fidelitate în respectarea curburilor canalului, și să analizez dacă ele alterează sau nu traiectul original al acestuia, inducând devieri cunoscute în endodonție sub denumirea de fenomen de transport.

De aceea, teza mea de doctorat s-a axat în principal pe cercetarea comparativă a eficienței în prepararea canalului radicular a trei sisteme de instrumente din aliaje de NiTi, extrem de utilizate astăzi în practica clinică, folosind tehnici de investigare moderne: examenul CBCT și metoda fotografică.

Această temă se încadrează astfel în preocupările continue ale dezvoltatorilor de sisteme endodontice, a clinicienilor și cercetătorilor din întreaga lume, care vizează găsirea aceluși sistem de preparare care prin proprietățile lui să asigure cea mai bună formă a preparației canalului radicular, cu respectarea cât mai fidelă a anatomiei originale și conservarea unei cantități cât mai mari de structură dură dentară.

De real folos a fost și utilizarea din ce în ce mai frecventă a imprimantelor 3D în cercetarea științifică, fapt ce a permis printarea cu ușurință a unor modele ce reproduc fidel morfologia dinților umani și anatomia endodontică, vizibile radiografic datorită proprietăților rășinilor din care sunt executate, ceea ce permite investigarea lor cu ușurință înainte și după prepararea canalului radicular.

Astfel, calitatea analizelor statistice comparative efectuate, după eliminarea inconstanțelor determinate de duritatea diferită a dentinei dinților umani, traiectele radiculare cu diferențe și curbările ce nu sunt identice între două specimene de dinți extrași, permite obținerea de rezultate mult mai exacte în vederea comparării sistemelor de preparare utilizate în prezenta teză de doctorat.

Analiza preparațiilor rezultate prin tomografie computerizată cu fascicul conic (CBCT), ce permite o măsurare precisă prin programe exacte digitalizate, dar și prin metoda fotografiei standardizate a unor blocuri transparente ce conțin replici de canale simulate, respectă protocoalele moderne de analiză și măsurătoare utilizate în cercetarea științifică din endodonția contemporană.

Cercetarea efectuată în cadrul tezei urmărește deci eficiența și corectitudinea de preparare mecanică a canalului radicular a trei tipuri de sisteme de preparare, folosind blocuri de plastic cu canale simulate curbe și replici printate prin tehnologia 3D de dinți umani, având obiective specifice de cercetare în ceea ce privește fenomenele de transport intern sau extern ale canalului radicular, capacitatea de centrare a instrumentelor, fenomenul de transport apical, analiza variației unghiului de curbură, respectiv fenomenul de îndreptare a canalului radicular.

Obiectivele cercetării științifice din prezenta teză au fost etapizate astfel:

1. Încadrarea temei de cercetare în contextul general actual privind prepararea canalului radicular și stabilirea metodologiei specifice pentru fiecare studiu experimental în concordanță cu cele mai noi cercetări în domeniu;

2. Alegerea, pregătirea probelor pe replici de canale simulate curbe prin prepararea cu trei sisteme diferite și documentarea fotografică a preparațiilor finale comparativ cu traiectele inițiale ale canalelor radiculare din toate cele patru norme (față, spate, stânga, dreapta).

3. Evaluarea comparativă a respectării traiectului canalului radicular prin analiza fenomenului de transport intern-extern de-a lungul întregului traiect al canalului radicular, evidențierea fenomenului de transport apical și respectarea poziției foramenului apical pe fotografiile realizate și analiza statistică a datelor înregistrate;

4. Evaluarea comparativă a eficienței în preparare a celor trei sisteme utilizate prin analize statistice comparative la nivelul fiecărei treimi a canalului radicular (apicală, medie, coronară) și analiza globală pe întregul traiect al canalului radicular;

5. Analiza capacității de centrare a instrumentelor și evaluarea comparativă prin analize statistice; compararea rezultatelor obținute cu diferitele tipuri de instrumente în

funcție de tipul de aliaj (blue sau gold), secțiune tăietoare, diametru, conicitate și tip de mișcare folosită (rotație sau reciprocitate);

6. Printarea unor replici 3D de dinți umani monoradiculari, cu canale cu curburi medii și alegerea variantei optime în ceea ce privește traiectul canalului radicular și radioopacitatea acestora, pentru a putea fi folosite în analizele imagistice de tomografie computerizată

7. Analiza comparativă prin măsuratori digitale pe CBCT a eficienței în preparare a sistemelor folosite pe replicile printate 3D

8. Analiza variației unghiului de curbură a canalului radicular prin folosirea diferitelor sisteme de preparare pe ambele tipuri de probe folosite, prin măsuratori efectuate pe CBCT și pe fotografiile prelucrate digital

9. Publicarea rezultatelor cercetării științifice

10. Elaborarea unor concluzii privind eficiența sistemelor de preparare folosite pentru a stabili protocoale clinice optime cu scopul creșterii predictibilității tratamentului endodontic per primam.

PARTEA GENERALĂ este structurată în două mari capitole ce prezintă stadiul actual al cunoașterii în domeniu și încadrează temele de cercetare alese în partea experimentală a tezei în contextul cercetării endodontice actuale.

Primul capitol, intitulat *Principii, tehnici și instrumente de preparare a canalului radicular* face referire la prepararea mecanică a canalelor radiculare, ca fiind una dintre cele mai importante etape ale terapiei endodontice, descriind cei doi factori care influențează în mod primordial această etapă: anatomia endodontică inițială, adică factorul canal, și tipul de instrumente alese în preparare, adică factorul instrument.

Este evidențiat că prin folosirea instrumentelor din aliaje de nichel-titan (NiTi) în această etapă, preparațiile rezultate se apropie cât mai mult de ideal, respectă mai fidel curbura anatomică complexă și multi-planară ale canalelor radiculare, și reduc astfel riscul apariției eventualelor erori iatrogene reprezentate de devierile sau alterările traiectului original al canalului radicular.

În această teză de doctorat, din multitudinea de sisteme existente pe piață, pentru utilizarea clinică au fost analizate și descrise exhaustiv trei dintre cele mai moderne: sistemul WaveOne Gold, instrumentul Primary cu un diametru la vârf de 0,25 mm și o conicitate apicală de 7%; sistemul ProTaper Gold, folosind instrumentul final de preparare F2 cu un diametru de 0,25 mm și o conicitate apicală de 8%, și instrumentul unic de preparare Reciproc blue roșu 25, cu un diametru la vârf de 0,25 mm și o conicitate apicală, de asemenea, de 8%. Folosirea unor instrumente cu dimensiuni și conicități similare, din aliaje de NiTi cu flexibilitate sporită, a dus la creșterea calității analizelor statistice din cadrul studiilor experimentale din partea specială.

Capitolul 2 al părții generale, *Metode de evaluare a instrumentării canalului radicular*, este structurat în trei subcapitole ce urmăresc a descrie tipurile de modele experimentale ce pot fi folosite în cercetarea științifică privind prepararea canalului radicular, tipurile de analiză ce pot fi efectuate pentru a urmări calitatea acestor preparatii, și metodele de cercetare folosite în evaluarea acțiunii instrumentelor endodontice în interiorul canalului radicular.

Modelele experimentale descrise în primul subcapitol pot fi reprezentate de dinți umani extrași, replici de dinți umani printate 3D, și blocuri de rășină transparente ce conțin simulări de canale radiculare naturale cu diferite grade de curbura. Așa cum am menționat, pentru a elimina în studiile întreprinse variabilele reprezentate de dinți umani, în cercetarea științifică din prezenta teză am folosit ultimele două, replicile de dinți umani permanenți și canalele simulate din blocurile de plastic.

Subcapitolul doi prezintă tipuri de analiză a preparatiilor endodontice cum sunt: investigațiile privind transportul canalului radicular (devierea prin preparare față de traiectul inițial al canalului radicular), analiza zonelor preparate sau nepreparate ale canalului radicular, modificarea unghiului curburii canalului.

Al treilea subcapitol descrie metodele de evaluare și analiză comparativă a preparatiilor endodontice. În endodonție, două aspecte majore sunt urmărite în studiile experimentale: capacitatea de curățare a instrumentelor endodontice, și capacitatea lor de a urmări traiectul inițial al canalului radicular.

Studiile care urmăresc capacitatea de curățare a unui instrument endodontic evaluează cantitatea de debriuri rezultate în urma instrumentării și analizează procentul pereților canalului radicular ramași neinstrumentați. Evident, în acțiunea de curățare, un rol esențial îl au protocoalele de irigare și soluțiile folosite, iar ca principală tehnică de evaluare a curățării canalului radicular este descrisă microscopia electronică de baleiaj (MEB) (Scanning electron microscopy-SEM)

Metodele de evaluare a capacității de preparare a instrumentelor endodontice compară forma canalului radicular rezultată post-operator cu cea inițială și au ca scop evaluarea conicității preparației, a diametrelor sale la diferite niveluri, și capacitatea instrumentelor utilizate în studii de se a menține centrate în interiorul canalului și de a conserva cât mai mult din forma sa, respectând traiectul și anatomia originală a dintelui instrumentat, cu un fenomen minim de transport.

Tehnicile de evaluare a capacității de preparare a instrumentelor endodontice sunt: radiografia digitală, fotografia standardizată, tomografia computerizată cu fascicul conic (CBCT), micro-tomografia computerizată (Micro-CT/ μ CT), tomografia în coerență optică (OCT), analiza elementelor finite (FEA), prezenta teză folosind ca metode de investigare tomografia computerizată și analiza imaginilor rezultate după fotografierea standardizată a probelor cuprinse în studii.

PARTEA SPECIALĂ este structurată în trei capitole și include trei studii ce au urmărit capacitatea de preparare a instrumentelor endodontice alese.

Primul studiu intitulat: *Studiu experimental comparativ privind eficiența a trei sisteme de preparare dedicate din aliaje de nichel-titan pe blocuri de rășină cu canale simulate*, prezentat în **capitolul 3** al tezei, a urmărit să evalueze comparativ eficiența instrumentării canalelor radiculare curbe simulate din blocuri de rășină transparentă, utilizând două sisteme de preparare acționate prin mișcarea de reciprocitate: Reciproc Blue și WaveOne Gold, și un sistem acționat prin mișcarea de rotație continuă - ProTaper Gold. Studiul a evaluat capacitatea fiecărui sistem de a îndepărta rășina de pe peretele intern și extern al curburii, cantitatea totală de rășină îndepărtată, prin analiză pe fiecare mm corespunzător câte unei treimi a canalului radicular (apicală, medie și coronară), și respectiv prin analiză pe toată lungimea canalului radicular, direcția în care a apărut preponderent fenomenul de transport al canalului radicular și, nu în ultimul rând, capacitatea instrumentelor analizate de a realiza o preparare centrată.

Pentru acest studiu au fost folosite 36 de blocuri de rășină cu canale simulate identice, cu o curbura de aproximativ 40 grade, situată în treimea apicală a canalului radicular, împărțite în 3 grupuri, în funcție de sistemul folosit în etapa de preparare, fiecare grup având în componență un număr egal de 12 blocuri (n=12).

Fiecare bloc de plastic a fost fotografiat într-o manieră standardizată din patru norme: anterioară, posterioară, laterală cu curbura orientată spre stânga, laterală cu curbura orientată spre dreapta, în aceeași poziție fixă față de camera digitală, atât înainte, cât și după preparare. În fiecare grup, cele 4 fețe ale blocului au fost denumite: Left (L), Right (R), Front (F), Back (B). Înaintea efectuării fotografiilor, fiecare bloc de rășină a fost injectat cu soluție Castelfanni, pentru a face traiectul canalului mai vizibil.

Instrumentarea tuturor blocurilor de plastic a fost realizată de același operator, respectând același protocol, pentru a elimina variabilele induse de operatori cu diferite experiențe în folosirea instrumentelor testate.

Înaintea etapei de preparare propriu-zise, s-a determinat lungimea de lucru a fiecărui canal folosind instrumentul manual ISO 10 K-file și un odontometru. Pentru etapa de preparare a fost folosit un motor endodontic X-Smart Plus de la firma Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Elveția la care a fost atașat instrumentul de preparare corespunzător, păstrând un diametru de 0,25mm la nivelul apical al preparației. Protocolul de irigare a inclus soluție de NaOCl 5,25% 1:1 (Cerkamed, Stalowa Wola, Polska), folosind seringi de irigare dedicate, prevăzute cu sistem luer-lock, și ace de irigare de dimensiunea 23G.

Imaginile obținute înainte și în urma etapei de preparare au fost importate pe un desktop și procesate folosind programul computerizat Adobe Photoshop CC (Adobe Systems Inc., San Jose, CA, USA), și folosind funcția Measuring Tool au fost măsurate

variațiile distanțelor în mm, prin suprapunerea imaginilor inițiale și finale ale fiecărui bloc de plastic. S-au evaluat astfel diferențele dintre morfologia inițială a canalului radicular și cea obținută după etapa de preparare. Măsurătorile au fost realizat la 12 nivele diferite (13 puncte de măsurare) din 1mm în 1mm pentru imaginile din normă laterală, și la 10 nivele pentru imaginile din normă anterioară și posterioară.

Diferențele dintre distanțele măsurate de la marginea canalului la marginea blocului de plastic după și înainte de preparare au reprezentat cantitatea de rășină îndepărtată de către sistemul ales, cuantificând astfel fenomenul de transport, direcția în care s-a realizat devierea, iar raportul dintre această diferență și lățimea canalului a reprezentat capacitatea sa de centrare. Valorile măsurate au fost analizate statistic pe fiecare treime a canalului radicular din toate normele, și global, pe toată lungimea canalului.

Toate datele au fost înregistrate într-un fișier Microsoft Excel. Analiza statistică a datelor a fost efectuată utilizând programul SPSS 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, SUA). Fiecare set de măsurători a fost analizat folosind testul Kolmogorov-Smirnov pentru normalitate. Nivelul semnificativ statistic a fost stabilit la $p < 0.05$. Statistica descriptivă (media și deviația standard) a fost efectuată pentru toate seturile de date. Pentru o comparație cât mai corectă între seturile de date, a fost efectuat testul ANOVA. Testul Tukey post hoc a fost realizat pentru determinarea locației exacte a diferențelor existente între grupuri.

Au fost obținute rezultate similare în analizele statistice efectuate pentru fiecare normă investigată, care au arătat că sistemele WaveOne Gold și ProTaper Gold au îndepărtat mai multă rășină de la nivelul peretelui intern al canalului simulat, în timp ce Reciproc Blue a îndepărtat mai multă rășină de la nivelul peretelui extern, în special de la nivelul treimii apicale.

Diferențe semnificative statistic au apărut în treimea coronară și medie a canalului radicular, dar nu și în treimea apicală a acestuia, ceea ce sugerează că toate cele 3 sisteme tind să prepare treimea apicală în mod similar. S-a observat că nu există diferențe semnificative între capacitatea de preparare a WOG și PTG, și că niciunul din cele 3 sisteme nu a avut aceeași capacitate de preparare de-a lungul întregii lungimi a canalului radicular simulat. Niciun instrument folosit nu s-a fracturat sau blocat în canalul radicular în timpul preparării probelor.

Studiul de față atestă utilitatea folosirii blocurilor de rășină și a fotografiei standardizate pentru rezultate cât mai precise ale cercetării desfășurate.

În cel de-al doilea studiu, descris în **capitolul 4** și denumit: *Studiu experimental de evaluare a preparațiilor endodontice pe replici dentare cu canale standardizate curbe, prin metoda imagistică CBCT*, au fost evaluate modificările traiectului canalului radicular după preparare cu cele trei sisteme comparate în primul studiu, folosind de această

dată replici de dinți umani monoradiculari, printate 3D din rășină radioopacă, care să permită investigarea lor radiologică prin analize 3D prin examen CBCT.

Dupa ce s-a reușit printarea unor replici dentare care să corespundă unui diametru al canalului radicular vizibil la examenul CBCT pe toată lungimea sa, au fost confecționate pentru analiză 60 de replici dentare, care au fost împărțite în 3 grupuri.

Fiecare replică a fost supusă unui examen CBCT înainte și după instrumentarea canalului radicular, folosind și de această dată pentru preparare instrumentele Reciproc Blue, sistemul WaveOne Gold și Protaper Gold, în grupuri de câte 20 de probe.

Pe imaginile radiografice rezultate prin scanarea CBCT atât înainte, cât și după preparare, au fost analizate :

- deviația mezio-distală și vestibulo-orală față de traiectului canalului după preparare
- prepararea centrată măsurată la 3, 6 și 9 mm față de cel mai apical punct al canalului

Evaluarea imaginilor CBCT în vederea stabilirii capacității de preparare centrată a instrumentelor și gradul de transport al canalului radicular, s-a realizat conform metodei descrise de Gambill și colaboratorii pentru a analiza fenomenul de transport conform următoarelor formule:

- $| (M1 - M2) - (D1 - D2) |$ pentru direcția mezio-distală și

- $| (V1 - V2) - (L1 - L2) |$ pentru direcția vestibulo-orală,

iar media preparării centrate, care reprezintă capacitatea instrumentelor de a-și păstra poziția centrată în canal a fost analizată folosind formulele:

$| (M1 - M2) / (D1 - D2) |$ pentru direcția mezio-distală și

$| (V1 - V2) / (L1 - L2) |$ pentru direcția vestibulo-orală,

Fracția cu cea mai mică valoare a fost selectată pentru analiza statistică. Media preparării centrate reflectă capacitatea instrumentelor de a se păstra centrat în canal, iar o valoare=1 reprezintă centrarea completă, în timp ce alte valori reprezintă modificări ale traiectul canalului radicular, ceea ce înseamnă fenomen de transport indus de instrumentele de preparare.

(unde M1, M2, V1, V2, D1, D2 și L1, L2 reprezintă distanțele finale, respectiv inițiale de la marginea corespunzătoare a canalului radicular la suprafața radiculară în direcțiile mezială M, vestibulară V, distală, D, linguală L).

În prezentul studiu, toate sistemele au produs transportul canalului radicular și niciun instrument nu a avut capacitatea de a prepara canalul radicular perfect centrat, concluzionând astfel că:

1. instrumentul Reciproc Blue a produs un transport al canalului radicular mai pronunțat înspre mezial și vestibular decât instrumentele WaveOne Gold Primary și ProTaper Gold de aceeași dimensiune și conicitate.
2. capacitatea de preparare centrată a fost mai redusă pentru instrumentul WaveOne Gold în direcție mezio-distală și pentru Reciproc Blue în direcție vestibulo-linguală.

3. sistemul ProTaper Gold a prezentat un model mai anatomic de preparare a canalelor radiculare, având cea mai centrată capacitate de preparare în comparație cu celelalte sisteme evaluate, inducând un fenomen de transport minimal.

Cel de al treilea studiu din partea specială, descris în **capitolul 5**, *Studiu experimental de evaluare a modificării unghiului de curbură a canalului radicular în urma preparării canalelor radiculare cu 3 sisteme diferite*, a avut drept scop evaluarea modificărilor survenite la nivelul unghiului curburii canalului radicular în urma preparării mecanizate folosind cele trei sisteme comparate în prezenta teză: ProTaper Gold, Reciproc Blue și WaveOne Gold.

Au fost analizate variațiile unghiului curburii canalelor simulate după prepararea cu instrumentele din aliaje de NiTi atât pe cele 36 de blocuri de plastic standardizate în cadrul primului studiu, prin măsurători efectuate pe fotografii, cât și pe imaginile radiografice obținute în urma CBCT-urilor efectuate pe cele 60 de replici printate 3D de dinți umani monoradiculari.

Pentru acest studiu au fost folosite imaginile digitale ale fotografiilor realizate într-o manieră standardizată a celor 36 blocuri de plastic preparate doar din normă laterală, cu foramenul orientat spre dreapta (R-right). Măsurătorile unghiurilor inițiale și finale de curbură s-au realizat conform metodei Schneider pe fotografiile importate pe ecranul calculatorului, prin trasarea liniilor definite de către Schneider pentru măsurători pe radiografii, similar examinării descrise original, și anume: unghiul de curbură este cel măsurat la intersecția a două drepte, una ce unește orificiul canalului radicular cu punctul de început al curburii, iar cealaltă ce unește acest punct cu foramenul apical. Măsurarea unghiului de curbură s-a realizat digitalizat în programul Adobe Photoshop.

Analiza imaginilor radiografice obținute în urma examenului CBCT al celor 60 de replici dentare printate și fixate într-un material de amprentă pentru a putea reproduce aceeași poziție s-a făcut similar analizei pe fotografie, trasând aceleași două linii pentru a obține unghiul de curbură, fiecare grup de studiu incluzând de această dată câte 20 de replici (n=20).

Pe examenul CBCT, unghiul curburii a fost măsurat folosind softul 3D OnDemand (CELITEK), atât înainte cât și după instrumentare, variația unghiului de curbură fiind reprezentată ca și la analiza fotografică, de diferența dintre aceste două valori măsurate. Au fost calculate mediile și deviațiile standard pentru fiecare grup analizat, și datele au fost analizate statistic pentru a observa diferențele între sistemele testate.

Pentru toate instrumentele comparate pe fiecare probă analizată s-a înregistrat o scădere minoră a unghiului curburii canalului radicular după preparare în ambele studii cuprinse în acest capitol.

Analiza descriptivă pe replicile de canale simulate pe blocuri de plastic a arătat o variație medie a unghiului de curbura de $1,93^\circ$ pentru sistemul ProTaper Gold, $2,49^\circ$ pentru WaveOne Gold și $3,33^\circ$ pentru Reciproc Blue. Ca atare se observă că Reciproc Blue a indus cea mai mare modificare a unghiului curburii în comparație cu WaveOne Gold și ProTaper Gold, fără a exista însă diferențe semnificative statistic între cele trei sisteme.

În măsurătorile efectuate pe CBCT, variația medie a fost de $0,95^\circ$ pentru sistemul ProTaper Gold, $1,72^\circ$ pentru WaveOne Gold și $2,58^\circ$ pentru instrumentul Reciproc Blue 25. Ca atare, din nou sistemul Reciproc Blue a indus cea mai mare modificare a unghiului curburii în comparație cu WaveOne Gold și ProTaper Gold.

Ca și concluzii ale acestui studiu au putut fi constatate următoarele:

1. Sistemul Reciproc Blue a înregistrat cea mai mare tendință de îndreptare a unghiului curburii în urma etapei de preparare a canalelor radiculare simulate, în timp ce ProTaper Gold a fost sistemul care a modificat cel mai puțin unghiul curburii, urmat de WaveOne Gold, dar diferențele înregistrate nu sunt semnificative statistic.
2. Sistemul ProTaper Gold a avut tendința cea mai mică de îndreptare a curburii canalelor radiculare simulate cât și a replicilor dentare printate, chiar dacă între cele două tipuri de probe folosite au fost diferențe în ceea ce privește gradul de severitate a curburii, dar și de duritate a materialului din care sunt manufacturate.
3. Sistemele din aliajul gold (WaveOne Gold și ProTaper Gold) s-au dovedit a fi mai flexibile și au îndreptat cel mai puțin curbura în urma instrumentării canalului radicular, ceea ce le poate face mai utile în practica clinică pentru prepararea canalelor radiculare cu curburi apicale moderate sau severe.

Ca și **Concluzii finale** ale prezentei teze de doctorat s-a observat o preparare mult mai predictibilă și fidelă a canalelor radiculare în toate studiile efectuate de către instrumentele din aliaje gold, tendința lor mai bună de a se menține mai bine centrate în canal, de a reduce fenomenele de transport apical, de a conserva mai bine unghiul de curbura a canalelor, și de a lărgi mai conservator decât instrumentele din aliaj blue la nivelul treimilor coranare și medii a canalului radicular, dar nu și la nivel apical, unde instrumentele au preparat în mod similar.

Raportat la întreaga lungime a canalului radicular, sistemele au prezentat diferențe semnificative statistic între ele în ceea ce privește capacitatea lor de preparare, ceea ce a permis elaborarea unei concluzii finale de superioritate netă a instrumentelor ProTaper Gold, și apoi Wave One Gold, în comparație cu sistemul Reciproc blue, adică a aliajului gold de NiTi comparativ cu cel blue.

Contribuțiile proprii cuprinse în prezenta teză de doctorat sunt:

- protocoalele alese în studiul experimental prin analiză fotografică din patru norme au permis o monitorizare mult mai precisă a preparațiilor endodontice realizate cu cele trei sisteme evaluate în comparație cu alte studii de specialitate, care au folosit pentru analiză doar fotografia dintr-o singură normă;
- măsurătorile exacte au permis evidențierea deviației în preparare atât în direcție mezio-distală, cât și vestibulo-orală, evaluând deci fenomenul de transport indus de instrumente, precum și analizarea și descrierea precisă a fenomenului de centrare față de axul canalului radicular pe fiecare mm, pe fiecare treime și per global pe toată lungimea canalului radicular pentru fiecare sistem de preparare, ceea ce a permis compararea sistemelor între ele;
- printarea replicilor 3D de dinți umani din rășină cu radioopacitate suficientă pentru a putea fi analizate prin metoda CBCT, și validarea probelor printate prin analiză și monitorizare precisă a preparațiilor endodontice utilizând software-uri dedicate deschide calea utilizării mult mai dese a replicilor printate în studii experimentale cu diferite aplicații în endodonție;
- monitorizarea și descrierea precisă a fenomenului de transport apical și a variației unghiului de curbura prin două tipuri de studii experimentale, CBCT și fotografie digitală, și analize computerizate de măsurătoare a unghiurilor pe un număr semnificativ de probe cu două tipuri de curburi: medie și severă;
- compararea eficienței în preparare a trei dintre cele mai moderne sisteme din aliaje de nichel-titan cu tratament termic și memorie controlată, ce folosesc ambele tipuri de mișcări dedicate: rotație și reciprocitate, ce încadrează teza în direcțiile noi de cercetare din endodonția modernă;

Rezultatele studiilor experimentale din prezenta teză pot duce la elaborarea unor protocoale clinice ce oferă siguranță și predictibilitate în practica endodontică curentă în ceea ce privește folosirea sistemelor de preparare moderne din aliaje de nichel-titan, iar publicarea rezultatelor prezentelor cercetări în reviste cu factor de impact mare și citările deja numeroase ale acestora în alte articole de specialitate validează calitatea studiilor întreprinse.