

UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE

“VICTOR BABEȘ” DIN TIMISOARA

FACULTATEA DE MEDICINĂ DENTARĂ

Departamentul I

COJOCARIU ANDREEA-CODRUȚA



TEZĂ DE DOCTORAT

ABORDĂRI MODERNE ÎN TEHNICA DE AMPRENTARE

R E Z U M A T

Conducător de doctorat:

PROF. UNIV.DR. SINESCU COSMIN

Conducător de doctorat cotutelă (dacă este cazul)

PROF. UNIV. DR. DUMA VIRGIL-FLORIN

Timișoara

2024

REZUMAT

CUPRINS

LISTA FIGURILOR	X
LISTA TABELOR	XIV
DEDICAȚIE	XV
MULȚUMIRI	XVI
INTRODUCERE	1
PARTEA GENERALĂ	3
CAPITOLUL 1. INFORMAȚII GENERALE DESPRE AMPRENTE	3
1.1. Amprente Convenționale	3
1.1.1. Alginat	5
1.1.2. Materiale de Amprentă Elastomerice	7
1.2. Amprente Digitale	12
1.2.1. Moduri de Funcționare ale Sistemelor de Scanare Intraorală	16
1.2.2. Factori care influențează acuratețea sistemelor de scanare intraorală	17
CAPITOLUL 2. TEHNICI DE RETRAȚIE GINGIVALĂ	19
2.1. Metode Mecanice de Retracție Gingivală	19
2.2. Metode Chimice de Retracție Gingivală	19
2.2.1. Agenți Simpatomimetici și Epinefrină	19
2.2.2. Sulfat Feric	20
2.2.3. Clorură de Aluminiu	20
2.3. Retracție Gingivală Chemo-Mecanică	20
2.4. Retracție Gingivală Chirurgicală	20
2.4.1. Chiuretaj cu Instrument Rotativ	20
2.4.2. Retracție Gingivală Electrosurgicală	20
2.4.3. Rezecție Gingivală cu Laser	20
CAPITOLUL 3. ULTRASUNETE ÎN MEDICINA DENTARĂ	21
3.1. Principiu de funcționare	21
3.1.1. Sunet	22
3.1.2. Frecvență	22
3.1.3. Ultrasunete	22
3.1.4. Viteza de Propagare	23

3.1.5. Impedanță Acustică	23
3.1.6. Ecou	23
3.1.7. Unghiul de Incidență	23
3.1.8. Atenuare	23
3.2. Generarea imaginilor	24
3.2.1. Avantaje	25
3.2.2. Dezavantaje	26
3.3. Modalități de Ultrasonografie	26
3.3.1. Mod A (Amplitudine)	26
3.3.2. Mod M (Mișcare)	27
3.3.3. Mod B (Luminozitate)	27
3.3.4. Mod D (Doppler)	27
3.4. Aplicații în Stomatologie	28
3.4.1. Aplicații Dentare	28
3.4.2. Zona Maxilo-Facială	28
3.4.3. Articulația Temporomandibulară (ATM)	29
3.4.4. Aplicații Intraorale	29
3.4.5. Fenotip Parodontal și Peri-Implant	29
3.4.6. Evaluarea Implantului	29
3.4.7. Analiză Comparativă cu Sistemele de Scanare Optică	30
PARTEA SPECIALĂ	31
CAPITOLUL 4. EVALUAREA TIMPULUI PE AMPRENTE DENTARE	31
4.1. INTRODUCERE	31
4.1.1. Materiale de Amprentă Convenționale în Stomatologie	31
4.1.2. Tehnologii de Amprentă Digitală în Stomatologie	32
4.1.3. Tehnici de Retracție Gingivală în Protetica Fixă	32
4.1.4. Obiectivul Studiului	33
4.1.5. Tranziția Către Stomatologia Digitală	33
4.2. MATERIALE ȘI METODE	33
4.2.1. Design-ul și Implementarea Studiului	33
4.2.2. Pregătirea Modelului Experimental	34
4.2.3. Modelarea Gingiei Marginale	34
4.2.4. Tehnici de Retracție Gingivală	36
4.2.5. Evaluarea temporală a procedurilor de amprentare	37

4.3. REZULTATE	39
4.4. DISCUȚII	43
4.5. CONCLUZII	46
CAPITOLUL 5. AVANTAJELE IMPLEMENTĂRII AMPRENTELOR DIGITALE	47
5.1. INTRODUCERE	47
5.2. MATERIALE ȘI METODE	49
5.2.1. Procedura de Amprentă Convențională	49
5.2.2. Pregătirea Modelului de Lucru în Laboratorul Dentar	50
5.2.3. Modelul Digital	50
5.2.4. Tipărirea Modelului Digital	52
5.2.5. Procesul de Scanare Intraorală	52
5.3. REZULTATE	52
5.4. DISCUȚII	57
5.5. CONCLUZII	58
CAPITOLUL 6. Ghid și Metodă de Utilizare a Amprentelor Dentare	59
6.1. INTRODUCERE	59
6.2. MATERIALE ȘI METODĂ	59
6.3. REZULTATE	65
6.4. DISCUȚII	66
6.5. CONCLUZII	68
CAPITOLUL 7. AMPRENTE DENTARE CONVENȚIONALE VERSUS AMPRENTE CU PROTECȚII RIGIDE	69
7.1. INTRODUCERE	69
7.2. MATERIALE ȘI METODE	73
7.2.1. Pregătirea Probelor	74
7.2.2. Protocoale de Măsurare	76
7.2.3. Analiza Statistică	79
7.3. REZULTATE	80
7.4. DISCUȚII	89
7.4.1. COMPARAȚIE ÎNTRE DIFERITELE GRUPE	90
7.4.2. Defecte în Amprente	92
7.4.3. Discuție despre diferite materiale de amprentă	95
7.4.4. Discuție despre tehnica de amprentare	97
7.4.5. Tăvițe de Amprentare și Tehnici Digitale	98

7.4.6. Constatări Cheie	99
7.4.7. Limitări și Direcții Viitoare	99
7.5. CONCLUZII	100
CAPITOLUL 8. AMPRENTE ULTRASONOGRAFICE VERSUS AMPRENTE OPTICE ÎN STOMATOLOGIE – UN STUDIU IN VITRO	101
8.1. INTRODUCERE	101
8.2. MATERIALE ȘI METODĂ	104
8.3. REZULTATE	109
8.3.1. Scanner-ul de laborator vs IOS	109
8.3.2. Scanner-ul de laborator vs sistemul ultrasonografic	112
8.4. DISCUȚII	114
8.5. CONCLUZII	121
CONCLUZII	123
BIBLIOGRAFIE	126
ANEXA I	I
ARTICOLE PUBLICATE ÎN EXTENSO	II

Tehnicile de amprentare dentară joacă un rol crucial în domeniul stomatologiei, având un impact semnificativ asupra succesului tratamentelor dentare restaurative. Precizia și acuratețea acestor tehnici sunt esențiale, deoarece determină potrivirea și funcționalitatea protezelor dentare. Metodele tradiționale de amprentare, precum cele care utilizează alginat și materiale elastomerice, reprezintă standardul, de o perioadă lungă de timp. Aceste materiale, inclusiv polivinil siloxanii (PVS), polieterii și siliconii de condensare, au fost îmbunătățite, pentru a crește acuratețea și ușurința utilizării lor.

Alginatul, un hidrocoloid folosit frecvent, este preferat pentru simplitatea și costul său redus, dar nu oferă stabilitatea dimensională necesară pentru lucrări extrem de precise. Materialele elastomerice, în special polivinilsiloxanii, oferă o mai mare acuratețe și stabilitate, fiind potrivite pentru lucrări protetice mai detaliate. Cu toate acestea, chiar și cu progresele în aceste materiale, tehnicile de amprentare convenționale sunt încă susceptibile la erori din cauza unor factori precum retracția gingivală necorespunzătoare, problemele de manipulare a materialului și modificările dimensionale în timpul setării și depozitării. Îmbunătățirile în materialele și tehnicile de amprentare fac ca posibilitatea obținerii unei amprente ideale să fie și mai aproape.

În ultimii ani, tehnicile de amprentare digitală au apărut ca o alternativă revoluționară la metodele convenționale. Scanerile intraorale au transformat modul în care se realizează amprente dentare, oferind numeroase avantaje în termeni de acuratețe, eficiență și confortul pacientului. Ampretele digitale elimină multe dintre problemele asociate metodelor tradiționale, cum ar fi necesitatea materialelor fizice de amprentă și potențialele schimbări dimensionale pe care acestea le au.

Acuratețea amprentelor digitale este adesea superioară celor obținute prin tehnicile convenționale. Studiile au arătat că scanerile intraorale pot capta imagini 3D detaliate ale arcadelor dentare, permițând măsurători precise și proteze mai bine adaptate. Posibilitatea de a evalua și ajusta instantaneu amprente digitale îmbunătățește și mai mult acuratețea acestora. În plus, fișierele digitale pot fi stocate, partajate și integrate cu sisteme de proiectare și fabricare asistată de computer (CAD/CAM), simplificând fluxul de lucru și reducând timpul de realizare a restaurărilor dentare.

Deși avantajele sunt clare, tehnicile de amprentare digitală se confruntă și cu provocări, în special în captarea detaliilor subgingivale și gestionarea mediilor umede. Cu toate acestea, progresele continue în tehnologia scanerelor și a software-ului continuă să îmbunătățească acuratețea și utilitatea acestora.

Tranziția către tehnicile de amprentare digitală reprezintă un progres semnificativ în protetica dentară. Prin îmbunătățirea preciziei și reproductibilității amprentelor dentare, aceste abordări moderne contribuie la rezultate mai bune pentru pacienți și la fluxuri de lucru clinice mai eficiente. Integrarea tehnologiilor digitale în cabinetele dentare este pregătită să redefinească standardele de acuratețe și fiabilitate în stomatologia restaurativă.

Această teză de doctorat, intitulată „Abordări moderne în tehnicile de amprentare,” este un studiu cuprinzător structurat pentru a explora și evalua diverse tehnici de amprentare dentară, atât convenționale, cât și moderne. Teza este organizată în două părți majore: partea generală și partea specială, fiecare constând din mai multe capitole care abordează sistematic diferitele aspecte ale subiectului de cercetare.

Partea generală cuprinde trei capitole care analizează literatura relevantă a temei de cercetare. Aceste capitole sunt esențiale pentru înțelegerea semnificației studiilor realizate în partea specială a lucrării.

Primul studiu al acestei teze de doctorat a fost o revizuire a literaturii de specialitate și reprezintă punctul de plecare din care s-a dezvoltat **capitolul 1** al acestei teze. Acesta introduce amprente dentare convenționale și digitale, detaliind tipurile de materiale utilizate (de exemplu, alginat, materiale de amprentă elastomerice), proprietățile acestora și aplicațiile

lor clinice. De asemenea, acoperă modurile de funcționare ale sistemelor de scanare intraorală și factorii care influențează acuratețea acestora.

Capitolul 2 discută diverse metode de retracție gingivală necesare pentru a obține amprente dentare precise. Include metode mecanice, chimice, chemo-mecanice și chirurgicale, explicând procedurile, beneficiile și complicațiile potențiale.

În **capitolul 3**, este explorată utilizarea ultrasunetelor în stomatologie, explicând principiile lor de funcționare, avantajele și dezavantajele. De asemenea, descrie diferitele moduri de ultrasonografie (de exemplu, Mod A, Mod M, Mod B, Mod D) și aplicațiile lor specifice în diagnosticul și tratamentul dentar.

Partea specială include patru studii și un capitol dedicat descrierii unui brevet de invenție, ca parte a analizei tehnicilor actuale de amprentare din această teză de doctorat.

Al **doilea studiu** al tezei de doctorat, (**primul din partea specială**), descris în **capitolul 4**, se concentrează pe comparația experimentală a eficienței temporale între tehnicile de amprentare convenționale și digitale. Acesta include o metodologie detaliată pentru pregătirea modelului experimental, retracția gingivală și evaluarea temporală a procedurilor de amprentare.

Studiul a avut ca scop efectuarea unei analize ex-vivo pentru a compara metodele de amprentare convenționale și digitale pentru realizarea de restaurări protetice fixe. Informațiile obținute din aceste experimente promet să îmbunătățească practicile actuale. Această investigație experimentală primară s-a concentrat atât pe nevoile clinicienilor, cât și pe cele ale pacienților în determinarea celor mai adecvate modalități de tratament.

Studiul a fost împărțit în cinci etape: a început cu pregătirea unei arcade artificiale, utilizând un model maxilar Frasco cu 16 dinți. Dintre aceștia, 14 dinți au fost preparați cu prag tip Chamfer folosind freze cilindro-conice pentru a crea condițiile necesare studiului.

După pregătire, atenția s-a concentrat pe măsurarea timpului necesar pentru realizarea retracției gingivale. Aceasta a implicat o evaluare detaliată a firelor de retracție și a pastei de retracție, cu înregistrarea precisă a duratei de timp necesară fiecărei metode.

Următoarea etapă a fost evaluarea duratei de realizare a amprentelor. Atât tehnicile de amprentare convenționale, cât și cele digitale au fost examinate, cu măsurători precise pentru analiza timpului necesar fiecărei metode. Această fază a fost esențială pentru a stabili o comparație clară între abordările tradiționale și moderne.

Etapă finală a implicat o analiză detaliată a rezultatelor obținute. Duratale de timp înregistrate au fost examinate cu atenție pentru a compara eficiența metodelor convenționale și digitale. Această analiză cuprinzătoare a datelor a avut ca scop evidențierea punctelor forte

și a slăbiciunilor fiecărei tehnici, oferind informații valoroase despre eficiența lor relativă și aplicațiile potențiale în practica stomatologică.

Analiza a relevat durate variate pentru tehnicile de retracție gingivală. Metoda cu pastă de retracție a fost semnificativ mai rapidă decât cea care utilizează fire de retracție. Amprente digitale au arătat timpi de scanare mai scurți comparativ cu metodele convenționale, în special pentru un număr mai mic de dinți. Deși amprentele convenționale în doi pași au necesitat mai mult timp, ele au oferit o fidelitate mai bună.

Studiul a subliniat eficiența scanării digitale, care a oferit timpi de amprentare mai scurți și un disconfort redus pentru pacient. De asemenea, a evidențiat diferențele între metodele de retracție, notând impactul lor variat asupra țesuturilor parodontale și calitatea amprentelor. Studiile comparative au evidențiat beneficiile și provocările asociate fiecărei tehnici de amprentare.

Deși studiul nu a detaliat efectele asupra țesutului gingival, a subliniat considerații esențiale, metodelor actuale de amprentare și soluțiile de retracție gingivală cele mai frecvent utilizate. Aceste informații oferă îndrumări valoroase pentru practicieni în alegerea celor mai eficiente tehnici pentru proceduri eficiente și precise.

Al treilea studiu (al doilea din partea specială) a fost descris în **capitolul 5** și a analizat avantajele implementării amprentelor digitale față de metodele convenționale. Acest capitol include materiale și metode pentru procedurile de amprentare convenționale și digitale, împreună cu rezultatele, discuțiile și concluziile aferente.

Scopul acestui studiu a fost să compare tehnicile de amprentare convenționale cu metodele de scanare intraorală și extraorală, precum și obținerea modelelor din ghips și printate 3D, concentrându-se pe timpul de lucru și fidelitate.

Studiul a implicat două grupuri de practicieni: 30 de dentiști și 30 de tehnicieni dentari, evaluând timpul necesar pentru amprentarea și obținerea modelului conventional sau printat. A fost evaluat timpul necesar pentru fiecare operațiune, luând în considerare variabilele care ar putea influența rezultatele finale. Amprentele convenționale au fost realizate atât prin tehnici monofazice, cât și bifazice. În fluxul digital, au fost utilizate: un scanner intraoral (Medit i700) și un scanner de laborator (Medit T310), împreună cu o mașină de printare 3D (Elegoo Saturn).

Timpul mediu pentru amprentele convenționale a variat între 8 minute și 20 de secunde și 25 de minute și 40 de secunde. Timpii de scanare pentru amprentele digitale au variat între 5 minute și 30 de secunde și 12 minute și 40 de secunde.

Studiul a concluzionat că amprentele digitale necesită mai puțin timp de lucru comparativ cu metodele convenționale. Cu toate acestea, amprentele convenționale nu pot fi

complet înlocuite, în special pentru protezele mobile. Fidelitatea reproducerii câmpului protetic influențează semnificativ adaptarea restaurărilor.

Capitolul 6 oferă un ghid cuprinzător privind utilizarea unei noi tehnici de amprentă dentară, detaliind materialele și metodele implicate în crearea și utilizarea ghidului de amprentare dentară, așa cum este descris de brevet. Invenția se referă la un dispozitiv de amprentă dentară destinat realizării restaurărilor protetice fixe și la o metodă de utilizare a acestuia. Dispozitivul, așa cum este descris în invenție, constă într-un corp de formă cilindro-conică, care acoperă fiecare dinte preparat pentru o restaurare protetică fixă. Acest corp conține una sau mai multe cavități, corespunzătoare numărului și formei dinților suport pregătiți. Extern, segmentele de acoperire au o formă conică și sunt conectate prin punți de continuitate. Aceste punți asigură conformitatea cu configurația arcadei dentare care urmează să fie restaurată și oferă o înălțime a corpului ghidului, adaptată la înălțimea medie a dinților suport.

Metoda de utilizare a invenției implică mai multe etape. Mai întâi, dispozitivul este poziționat pe dinții suport. Se ia o amprentă convențională cu corpul dispozitivului încorporat în materialul de amprentă de vâscozitate crescută. Se injectează silicon fluid în dispozitivul de amprentare cu corpul încorporat în amprenta de vâscozitate înaltă luată anterior. Se realizează amprenta finală, care este utilizată pentru obținerea unei restaurări protetice fixe.

Acest capitol evidențiază utilitatea noii tehnici de amprentare, cu potențialul de a îmbunătăți stabilitatea dimensională a amprentei finale. De asemenea, prin poziționarea pe bonturile dentare, împinge spre cervical gingia marginală liberă și elimină necesitatea folosirii firelor de retracție gingivală.

Al patrulea studiu (al treilea din partea specială) a fost descris în **capitolul 7**. Este prezentat un studiu comparativ între amprentele dentare tradiționale și cele întărite cu gutiere rigide. Studiul descrie prepararea probelor, protocoalele de măsurare, analiza statistică, rezultatele, discuțiile și concluziile.

Materialele actuale pentru amprentare dentară oferă o bună reproducibilitate și sunt bine acceptate de pacienți. Cu toate acestea, natura lor duce la probleme de stabilitate dimensională. Pentru a aborda această problemă, studiul propune un nou tip de amprentă dentară, întărită cu gutiere rigide.

Studiul are ca scop testarea performanței acestor noi amprente, comparativ cu cele convenționale, concentrându-se pe stabilitatea dimensională.

Au fost evaluate trei tipuri de materiale polimerice atât pentru amprentele convenționale, cât și pentru cele modificate: alginat, silicon cu reacție de condensare și de

adiție. Procesul de creare a noului tip de amprentă a implicat mai multe faze cheie. Inițial, amprenteau au fost realizate folosind tehnici standard. Un model de ghips a fost duplicat și au fost produse 15 gutiere rigide. Fiecare gutieră a fost poziționată pe model înainte ca materialul de amprentă de consistență chitoasă să fie plasat în portamprentă și s-a realizat amprentarea. Gutiera a rămas în materialul chitos. Materialul de vâscozitate scăzută a fost introdus peste aceasta. Amprenta a fost poziționată pe model și, după ce materialul a făcut priză, amprenta întărită cu gutieră a fost analizată.

Evaluarea stabilității dimensionale a studiului a implicat o analiză statistică riguroasă folosind teste neparametrice Mann–Whitney U, datorită distribuției anormale a datelor. Rezultatele au indicat o îmbunătățire semnificativă statistic a stabilității dimensionale a amprentelor din silicon de adiție atunci când s-au utilizat gutierele ($p < 0.05$), demonstrând o performanță superioară față de metodele convenționale. Cu toate acestea, amprenteau utilizând gutiere, realizate cu alginat și silicon de condensare nu au prezentat același nivel de îmbunătățire a stabilității, indicând necesitatea unei optimizări suplimentare a acestor tehnici și materiale.

Capitolul a concluzionat că, dintre cei trei elastomeri luați în considerare, siliconul de adiție a apărut ca principalul candidat pentru amprente dentare de înaltă precizie. Tehnica propusă a arătat o îmbunătățire a calității amprentelor din silicon de adiție întarite cu gutiere, comparativ cu metodele convenționale, evidențiind potențialul de utilizare în practica dentară de zi cu zi. Sunt necesare cercetări suplimentare pentru a optimiza amprentelor din alginat și silicon de condensare realizate cu ajutorul gutierelor rigide.

Al cincilea studiu (al patrulea din partea specială) este în prezent în proces de publicare și este prezentat în **capitolul 8**. Este un studiu in vitro care compară amprenteau ultrasonografice și cele optice. Include descrierea materialelor și metodelor, rezultatele, discuțiile și concluziile.

Acest studiu își propune să analizeze și să compare precizia și beneficiile a trei tehnici de amprentare: un sistem prototip ultrasonografic, un scanner intraoral optic și un scanner 3D de laborator. Întrebările cheie abordate sunt dacă tehnica de amprentare ultrasonografică atinge o precizie acceptabilă comparativ cu sistemele optice și dacă există beneficii în utilizarea acestei metode.

Pentru acest studiu, o mandibulă de porc a fost secționată în trei părți: două segmente laterale conținând molarii și premolarii și un segment frontal conținând dinții frontali. Segmentul frontal a fost exclus din cauza neîndeplinirii cerințelor studiului. Fiecare dintre cele două segmente laterale conținea șase dinți preparați cu prag Chamfer subgingival.

Metodele de scanare utilizate au fost: cu un scanner de laborator (DOF – Freedom HD Dental Scanner), un scanner dentar de cabinet (Planmeca PlanScan (Romexis v4.6.2, alimentat de E4D Technologies, LLC, Richardson, TX, SUA, 2014)) și un sistem prototip ultrasonografic (Vinno 6 cu un braț de măsurare articulat RPS EVO 7).

Reconstrucțiile 3D obținute prin aceste metode au fost comparate folosind un software open-source (Cloud Compare v2.6.3).

Studiul a observat că tehnicile de amprentare optice, deși precise și producând reconstrucții 3D de înaltă calitate, necesită utilizarea firelor de retracție pentru înregistrarea zonei cervicale subgingivale a preparațiilor. Tehnica de amprentare ultrasonografică a demonstrat beneficii semnificative: putea penetra gingia și orice lichid de pe suprafața dintelui, permițând o scanare precisă a marginii preparației, fără a fi necesară retracția gingivală.

Tehnica de amprentare ultrasonografică poate avea potențialul de a complementa sau chiar de a înlocui amprente optice în anumite scenarii, în special acolo unde țesutul dur este acoperit de gingie. Această tehnică poate fi deosebit de utilă pentru estimarea spațiului biologic, asigurându-se că restaurările protetice nu invadează această zonă. Studiul sugerează că amprente ultrasonografice ar putea oferi o alternativă eficientă sistemelor optice, mai ales în cazurile în care acoperirea țesuturilor moi complică scanarea.

Concluziile finale oferă un rezumat cuprinzător al rezultatelor și implicațiilor cercetării privind tehnicile de amprentare dentară. Capitolul conchide că, deși s-au făcut progrese semnificative în tehnologiile de amprentare dentară, cercetarea continuă și dezvoltarea tehnologică sunt esențiale pentru avansarea domeniului și pentru asigurarea integrării eficiente a acestor inovații în practica clinică.