

**UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE
“VICTOR BABEȘ” DIN TIMIȘOARA
FACULTATEA DE MEDICINĂ DENTARĂ
Departamentul III**

ILLE C. CODRUȚA - ELIZA



TEZĂ DE DOCTORAT

**CERCETĂRI ASUPRA MATERIALELOR
ȘI TEHNICILOR DIGITALE PENTRU EVALUAREA
ȘI TRATAMENTUL MINIM INVAZIV AL UZURILOR
DENTARE**

Conducător științific:

PROF. UNIV. DR. ANCA JIVĂNESCU

R E Z U M A T

Timișoara

2023

Prezenta teză își propune să exploreze materialele și tehnicile digitale pentru evaluarea și reabilitarea orală a uzurilor dentare. În era digitală, tehnici noi cum ar fi scanarea intra orală, pot ajuta clinicianul să analizeze și să compare uzura dinților la diferite intervale de timp.

Direcția principală a studiilor mele s-a concentrat pe anumite materiale pentru restaurarea minim invazivă a uzurilor dentare, cum sunt blocurile frezabile din ceramică, rășini nanoceramice și rășini compozite. Este bine cunoscut faptul că ceramica are în general proprietăți mecanice și estetice superioare, dar materialele din rășini compozite oferă avantaje semnificative legate de prelucrarea lor și ajustarea intra-orală a restaurărilor frezate din aceste materiale.

Actuala revoluție digitală și-a pus amprenta și asupra stomatologiei, prin introducerea de noi tehnologii, materiale și concepte de tratament. Odată cu avansarea tehnologiilor CAD/CAM (computer-assisted-design/computer-assisted-manufacturing) și introducerea de noi materiale estetice, profesia stomatologică trece printr-o transformare semnificativă. Dezvoltarea tehnologiei a dus la schimbări majore în metodele și fluxul de lucru operațional. Uzura dinților și opțiunile de tratament minim invazive cu materiale CAD/CAM reprezintă pentru mine un subiect provocator, care generează nucleul acestei teze de doctorat.

Uzura dinților poate fi descrisă ca un proces fiziologic care avansează odată cu vârsta, producând modificări în aspectul și anatomia dinților, precum și în aspectul treimii inferioare a feței. S-a ajuns la concluzia că uzura dentară este o boală multifactorială cu o etiologie complexă, cu factori interconectați, unul sau mai mulți fiind dominanți. Găsirea celui responsabil factor este crucială în conceperea unui plan de tratament individualizat.

Predicția dacă dintele va rezista la rata progresiei uzurii marchează granița dintre normal și anormal în ceea ce privește uzura dentară. Starea

patologică apare atunci când dinții sunt atât de uzați încât se pierde forma anatomică și nu își pot îndeplini funcția. Cazurile în care pulpa poate fi văzută prin substanța dentară rămasă, mai ales în cazul incisivilor centrali maxilari, indică eroziune dentară avansată.

Medicii dentiști ar trebui să folosească instrumente și indici de diagnostic adecvat pentru a identifica și monitoriza uzura dinților, atâta timp cât un tratament adecvat este încă posibil. Uzura dinților ar putea fi diagnosticată pe baza examinării vizuale a caracteristicilor leziunii, care este indicat să fie însoțită de documentație fotografică clinică și de modelul diagnostic. Cu toate acestea, examinarea vizuală este subiectivă.

La ora actuala sunt utilizate mai multe metode pentru a evalua efectele ultramicroscopice ale băuturilor asupra dinților; acestea includ măsurători de duritate a suprafeței, profilometrie de suprafață, teste de permeabilitate la iod, analiza chimică a mineralelor dizolvate, microradiografie, microscopie de scanare confocală, fluorescență cantitativă indusă de lumină, microscopie de forță atomică, analiza elementelor probelor solide, , măsurători ultrasonice și microscopie electronică cu scanare (SEM).

Unul din aparatele digitale care devine din ce în ce mai utilizat în cabinetele stomatologice datorita multiplelor indicații este scannerul intraoral. Scanarea optică prin care se obține amprenta digitală oferă multiple avantaje, cum ar fi confortul pacientului, eficiența timpului, costurile reduse, posibilitatea de control imediat al amprentei și obținerea de modele digitale care pot fi stocate pe termen nelimitat. Beneficiul acestui ultim avantaj poate fi exploatat și în ceea ce privește evoluția și controlul eroziunii pentru același pacient în timp. Cea mai obișnuită modalitate de a măsura acuratețea sau amprentele convenționale sau digitale este prin compararea unei scanări de referință, obținută de obicei prin scanarea unui model fizic cu un scanner de laborator sau un scanner industrial, iar fișierul STL rezultat este apoi comparat cu grupurile scanărilor de testare.

Diagnosticarea precoce și monitorizarea progresiei uzurii este foarte importantă pentru a păstra cât mai mult țesut dentar și pentru a iniția o terapie cât mai minim invazivă. Studiile privind detectarea uzurii dentare erozive precoce folosind un scanner intraoral ajutat de un software specific au arătat performanțe bune pentru detectarea și monitorizarea precoce a uzurii dentare in vitro și au un potențial promițător pentru aplicare in vivo.

Primul studiu intitulat ***Scanarea intraorală pentru evaluarea precoce a eroziunii dentare – un studiu in vitro*** a dorit să evalueze dacă un scanner intraoral, fără un software specific, poate fi utilizat pentru a diagnostica și monitoriza eroziunea precoce pe baza scanărilor multiple la diferite perioade. Chiar dacă s-a demonstrat că scannerul intraoral utilizat în acest experiment (Planscan, Planmeca) a fost capabil să detecteze cu precizie pierderea de țesut dentar și ar putea fi utilizat pentru a monitoriza uzura precoce erozivă a dinților pacienților, există unele limitări atunci când se ia în considerare aplicabilitatea clinică. Utilizarea unui scanner intraoral fără software dedicat care analizează cu ușurință suprafețele scanate necesită timp suplimentar, necesită achiziționarea ulterioară a unui software de metrologie den evaluare și necesită clinicieni instruiți. De asemenea în cadrul studiului in vitro efectuat nu s-au luat în considerare anumiți factori clinici intraorali, cum ar fi saliva, mișcarea pacientului și alți factori care ar putea genera erori sau scădea capacitățile de precizie ale scannerului. Sunt recomandate studii suplimentare pentru a evalua problema.

Acest studiu a fost publicat în ***Romanian Journal of Oral Rehabilitation*** ISSN 2066-7000, ISSN-L 2066-7000, Volumul 13, Numărul 1, ianuarie – martie 2021, Iași, România.

În cel de-al doilea studiu ***Evaluarea rezistenței la compresie a fațetelor ocluzale subțiri din diferite materiale CAD/CAM, înainte și după expunerea la saliva acidă***, au fost luate în considerare trei materiale CAD/CAM diferite pentru mașinile de frezat: o rășină nanoceramică (Cerasmart, GC Europe Dental Products, Tokyo, Japonia), o ceramică din sticlă aluminosilicat de litiu întărită cu disilicat de litiu (Straumann Nice, Freiburg, Germania) și o rășină compozită (Tetric CAD, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein).

Tratamentul minim invaziv a devenit o alternativă importantă și în ceea ce privește prepararea tradițională a dinților. Au fost realizate progrese recente în ceea ce privește materialele și tehnologia CAD/CAM, oferind noi posibilități pentru restaurarea uzurilor dentare. Dezvoltarea de noi materiale și tehnici adezive a creat posibilitatea tratamentului uzurii dentare cu fațete ocluzale subțiri, frezate din diferite blocuri CAD/CAM. Fiind materiale relativ recent introduse pentru utilizarea clinică, pentru a valida beneficiile lor, sunt utile noi cercetări privind rezistența mecanică. Cunoștințele referitoare la proprietățile mecanice ale unui material de restaurare au o mare importanță pentru cercetători și clinicieni, deoarece fractura extinsă a acestor materiale a fost raportată ca fiind cauza majoră a eșecului.

Materialele de restaurare frezabile cu sisteme CAD/CAM de cabinet permit o reproducere precisă a designului dintelui și realizarea de variate restaurări protetice, cum ar fi fațete, coroane și proteze parțiale fixe de maxim 3 elemente. Aceste materiale au devenit tot mai populare datorită numeroaselor avantaje și anume: costuri mai mici, economie de timp, calitate stabilă a materialelor și proprietăți fizice, chimice și mecanice îmbunătățite.

Fațetele ocluzale sunt restaurări extracoronare, utilizate pentru protejarea structurii dentare, care necesită modalități de tratament simple, bazate pe considerații anatomice și spațiul interoclusal. În plus, fațetele ocluzale sunt ușor de fabricat și foarte utile în eroziunea și uzura avansată. Se recomandă o preparare minimă a dintelui pentru a îndepărta smalțul aprismatic superficial care conferă rezistență scăzută de aderență rășinii compozite. De asemenea, necesită o preparare atentă pentru a evita expunerea dentinei, ceea ce ar duce la o adeziune mai scăzută. Considerând că grosimea smalțului este cuprinsă între 0,4 și 0,7 se recomandă o grosime de minim 0,5 mm pentru fațetele ceramice. Cele mai noi compozite, precum și materialele hibride ceramice permit frezarea restaurărilor chiar și la o grosime atât de mică pentru a conserva substanța restantă a dintelui.

Conform unor studii, fațetele ocluzale (*tabletops*) din blocuri de rășină compozită au o rezistență mai mare la oboseală decât ceramica. Materialele compozite CAD/CAM combină proprietățile esențiale de rezistență și elasticitate pentru a permite reducerea preparării dinților și pentru a obține o adaptare marginală mai bună.

Studii recente au raportat că materialele hibride ceramice cu rășină posedă caracteristici mecanice bune, cu proprietăți de suprafață destul de similare cu dinții naturali. Printre avantajele materialelor ceramice hibride se numără atât diminuarea timpului necesar post procesării restaurării după frezare, cât și proprietățile estetice și mecanice similare cu cele ale ceramicii pe baza de disilicat de litiu. Un alt avantaj important pentru restaurările dentare este fluxul de lucru digital complet, de la scanarea intraorală, până la proiectarea digitală și frezarea diferitelor materiale CAD/CAM.

Rezistența mecanică a unui material de restaurare depinde în mare măsură de compoziția sa, dar factorii endogeni și/sau exogeni (adică băuturi acide, acid gastric, absorbția apei, biofilmul cariogen sau enzimele salivare) pot afecta și rezistența mecanică, prin degradarea materialului. Acizii endogeni degradează atât structura dentară, cât și restaurarea, datorită valorii scăzute a pH-ului. Sucul gastric este un acid endogen cu un pH cuprins între 1,0 – 3,0, fiind foarte prezent în mediul oral în special la pacienții cu reflux gastroesofagian sau alte tulburări asociate. Pentru acest tip de pacienți, reabilitarea dentară trebuie luată mult mai în serios și se poate face prin restaurare directă, sau indirectă în funcție de gravitatea afecțiunii.

Scopul acestui al doilea studiu a fost evaluarea rezistenței la compresiune a fațetelor ocluzale frezate din trei tipuri de materiale CAD/CAM, cu o grosime de 0,5 mm și a gradului de deteriorare a suprafeței, înainte și după expunerea timp de 1 lună la salivă artificială acidă.

Ipoteza cercetării este că fațetele ocluzale ultrasubțiri de 0,5 mm sunt la fel de rezistente ca și fațetele ocluzale mai groase de 0,7-1 mm, atunci când se aplică o forță de compresiune mai mare decât a forțelor masticatorii normale. În plus, s-a investigat modalitatea prin care imersarea probelor în saliva artificială acidă, precum și termociclarea contribuie la deteriorarea structurii acestora. În acest sens, s-a măsurat valoarea forței maxime de compresiune, care poate fi aplicată probelor (dinte/fateta) precum și gradul de deteriorare a fațetelor ocluzale cu dimensiune ultrasubțire (0,5 mm).

Rezultatele acestui studiu pot fi considerate observații valoroase pentru practicieni atunci când trebuie să aleagă cele mai potrivite materiale din punct de vedere al proprietăților mecanice, pentru restaurarea uzurii dentare.

Gradul de eșec al deteriorării suprafeței restaurărilor, înainte și după imersarea în salivă artificială acidă, a fost evaluat conform următoarei clasificări:

Primul grad de eșec (I)—aparitia unor fisuri extinse la suprafața restaurărilor;

Gradul II de eșec (II)—restaurările au fost fracturate;

Gradul al treilea de eșec (III) — atât restaurările, cât și structura dentară au fost fracturate;

Gradul al patrulea de eșec (IV) - apariția fracturilor longitudinale și profunde ale restaurărilor, precum și a fracturilor structurii dentare.

Analiza SEM a arătat că cel mai frecvent grad de deteriorare a suprafeței fațetelor ocluzale din loturile Cerasmart și Straumann Nice au fost gradul de eșec al treilea (III) și al patrulea (IV), ceea ce înseamnă că atât restaurările, cât și structura dentară au fost fracturate, respectiv s-a observat apariția fracturilor longitudinale și profunde ale restaurărilor și structurii dentare. În ceea ce privește materialul de restaurare Tetric CAD, cele mai frecvente grade de deteriorare a suprafeței au fost gradul de cedare primul (I), al doilea (II) și al treilea (III), adică

aparitia fisurilor și fracturilor extinse, care implică atât restaurarea, cât și structura dintelui.

Cele trei materiale selectate întrunesc cerințele de rezistență și elasticitate chiar și într-un strat subțire de 0,5 mm. Mai mult, am presupus că scufundarea întregului complex dinte- fațetă în salivă artificială acidă urmată de efectuarea testului de termociclare, contribuie la deteriorarea structurii acestuia. De aceea s-a dorit să se determine valoarea forței maxime de compresiune care poate fi aplicată întregului complex și gradul de deteriorare a fațetelor ocluzale cu dimensiuni ultrasubțiri (0,5 mm), atât pentru probele imersate în salivă artificială acidă sau supuse la termociclare, precum și pentru probele imersate în salivă artificială acidă și apoi supuse termociclării. Presupunerea că saliva artificială acidă nu ar afecta nici o categorie de materiale de restaurare luate în considerare, a fost respinsă, deoarece toate cele trei materiale de restaurare au suferit modificări în ceea ce privește rezistența lor la compresiune. Pentru a testa diferențele semnificative dintre tipurile de distrucție din cadrul fiecărui grup, a fost calculată și analizată statistic sarcina medie a fiecărui tip de distrucție, înainte și după expunerea la saliva artificială acidă.

În primul rând, au fost analizate speciemenle care cuprind doar molari umani acoperiți cu fațete ocluzale din materiale de restaurare CAD/CAM care au fost supuse termociclării, fără a fi expuși la saliva artificială acidă. După termociclare, rezultatele testelor de sarcină statică au arătat o sarcină medie de eșec de 2131 N pentru fațetele din rășină nanoceramică (Cerasmart), 1919 N pentru ceramica silicat de litiu și 1418 N pentru rășina compozită (Tetric CAD). Rezultatele studiului nostru sunt mai mari decât sarcinile de distrucție sau comparabile cu cele descrise în literatură pentru restaurări similare.

În al doilea rând, au fost analizate speciemenle acoperite cu fațete ocluzale din materiale de restaurare CAD/CAM care au fost expuse la saliva artificială acidă urmată de testul de termociclare. În urma analizelor statistice, ipoteza nulă a fost respinsă, iar rezultatele au relevat că atât expunerea la saliva

artificială acidă, cât și procesul de ciclizare termică, au afectat semnificativ valorile medii de rezistență la compresiune privind tipul de material de restaurare CAD/CAM utilizat. Cel mai rezistent material de restaurare CAD/CAM a fost Cerasmart (valoare medie – 1333 N), urmat de Straumann Nice (valoare medie – 1313 N) și Tetric CAD, cu o valoare medie de 1135 N.

În al treilea rând, au fost analizate specișenele acoperite cu fațete ocluzale din materiale de restaurare CAD/CAM care au fost expuse doar la saliva artificială acidă. Încă o dată ipoteza nulă a fost respinsă, arătând că rezultatele arată relevanță statistică. Cel mai rezistent dintre cele 3 materiale testate este Cerasmart cu o medie de 1591 N urmat de Straumann Nice (1517 N) și Tetric CAD (1325 N) fiind cele mai puțin rezistente.

Conform rezultatelor obținute, se poate afirma că expunerea la saliva artificială acidă a dus la o degradare mai mare a materialului de restaurare CAD/CAM decât procesul de termociclare. Prin efectuarea ambelor procese (expunerea la saliva acidă și termociclare), degradarea materialului de restaurare CAD/CAM este mult mai profundă, evidențiată și de analiza SEM, care arată degradarea întregului complex dinte-fațetă, de la suprafață până în adâncime. Considerăm că saliva artificială acidă a corodat întreg complexul dinte-fațetă și procesul de termociclare l-a slăbit, astfel că liniile de fisurare nu mai radiau în toate direcțiile la suprafața fațetelor ocluzale, ci radiau spre dinte.

Cu toate acestea, toate restaurările CAD/CAM cu 0,5 mm grosime au demonstrat valori de rezistență la compresiune care au depășit atât forța maximă de masticăție (până la 900 N) [208], cât și forțele masticatorii parafuncționale (780 – 1120 N) [33], chiar și după o lună în saliva artificială acidă. Rezultatele obținute în studiul de față s-ar putea datora cimentării adezive care realizează un contact strâns între materialul de restaurare CAD/CAM, agentul de lipire și substratul dentinar. Un contact strâns între toți cei trei parametri poate disipa forța aplicată la nivelul întregului dinte, a ligamentului parodontal chiar și a osului alveolar.

Prezentul studiu de cercetare a arătat că toate cele trei tipuri de materiale de restaurare CAD/CAM (nanoceramice, ceramice și rășini compozite), cu o grosime de 0,5 mm și un protocol de cimentare corect, sunt o alternativă potrivită pentru pacienții cu uzură a dinților. Fațetele ocluzale investigate cu grosimea de 0,5 mm realizate din materiale de restaurare frezate cu tehnologie CAD/CAM au evidențiat o sarcină de compresiune mai mare, comparativ cu cele imersate în salivă artificială acidă și/sau supuse procesului de termociclare, valori care au depășit atât forțele normale, cât și cele parafuncționale de masticație.

Acest studiu a fost publicat în ***Odontology, SpringerLink*** în 12 September 2022, <https://doi.org/10.1007/s10266-022-00741-5>, **FI =2,885**.

Al treilea studiu ***Reabilitarea orală completă a uzurii dinților folosind tehnologii digitale și convenționale*** se refera la o prezentare de caz clinic care a urmărit să arate beneficiile utilizării tehnicilor digitale și a celor convenționale pentru a realiza tratamentul cu succes din punct de vedere funcțional și estetic tratamentul uzurilor dentare. Acest caz ilustrat sugestiv cu numeroase fotografii color a fost publicat în ***Research and Clinical Medicine***, Volumul V, Nr.4, Octombrie-Decembrie, 2021.

Este prezentat cazul unei paciente în vârstă de 50 de ani care s-a prezentat în clinica pentru restaurarea esteticii și funcționalității afectate de uzurile dentare prezente la ambele arcade. Dimensiunea verticală de ocluzie (DVO) a fost redusă semnificativ de uzura continuă, iar estetica pacientei a fost compromisă. Deoarece dinții posteriori de pe arcada maxilară lipseau și pacienta a refuzat varianta restaurărilor protetice fixe pe implanturi, a fost selectată o alternativă hibridă pe dinții naturali. S-au fabricat restaurări protetice fixe pe dinții frontali cu sisteme speciale de menținere, sprijin și stabilizare și o proteză parțială mobilizabilă pentru refacerea breșei edentate posterioare și restabilirea dimensiunii verticale de ocluzie diminuate.

Pentru arcada mandibulară, planul de tratament a fost mai întâi o restaurare provizorie, pentru a testa noua dimensiune verticală de ocluzie, folosind o tehnică directă și o gutiera. Perioada de adaptare cu noua DVO înainte de realizarea restaurărilor finale a durat trei luni.

După perioada de adaptare, ca metodă finală de reabilitare a fost aleasă o alternativă de tratament minim invazivă. În acest scop, dinții au fost preparați minim invaziv pentru fațete ceramice în zona frontala și o proteza fixa cu 3 elemente ancorata pe preparații neconvenționale tip inlay/overlay.

Prezentul raport de caz a subliniat avantajele utilizării tehnologiilor digitale combinate cu metode convenționale pentru tratamentul minim invaziv al uzurii dinților în vederea reabilitării orale estetice și funcționale. Progresele tehnologice și diversitatea materialelor CAD/CAM oferă rezultate predictibile și de succes ale tratamentului.

Al patrulea studiu intitulat ***Activitatea biologică in vitro a trei tipuri de materiale dentare CAD/CAM, pe fibroblaste și keratinocite umane*** a avut drept obiectiv investigarea în profunzime a activității biologice a trei tipuri de materiale de restaurare care au fost pregătite anterior ca și fațete frezate CAD/CAM. Materialele de restaurare au fost investigate pe larg în studiul anterior, din punct de vedere al rezistenței la compresiune.

În ceea ce privește activitatea biologică, s-a evaluat citotoxicitatea materialelor de restaurare, folosind testul de proliferare MTT (bromură de 3-[4,5-dimetiltiazol-2-il]-2,5 difenil tetrazoliu), care se bazează pe conversia MTT (un indicator al viabilității celulare), în cristale de formazan de către celulele vii, ceea ce determină activitatea mitocondrială. Un alt indicator utilizat pentru a exprima citotoxicitatea este testul LDH (lactat dehidrogenază) – un indicator al morții celulare, cunoscut și sub denumirea de test de eliberare a LDH, utilizat pentru a evalua nivelul de deteriorare a membranei plasmatice într-o populație de celule.

Un alt parametru care a fost evaluat în cadrul acestui studiu este producția de oxid nitric (ON). Este bine cunoscut faptul că ON este produs de organele celulare, inclusiv mitocondrii, peroxizomi și cloroplaste, jucând un rol semnificativ în răspunsurile antioxidante și reactive ale speciilor la oxigen.

Studiul a evidențiat că fibroblastele aderă la fațetele ocluzale investigate, ceea ce demonstrează că materialele de restaurare sunt biocompatibile și reprezintă suport pentru atașarea și dispersia celulelor. Acest aspect indică o posibilă reacție pozitivă a gingiei în contact cu materialul de restaurare. Fibroblastele nu au reacționat în același mod în cazul celor 3 materiale de restaurare testate. CS și SN determină o aderență mai slabă cu mai puține extensii citoplasmice decât TC. Dar cu toate acestea, își păstrează aspectul fusiform, normal din punct de vedere morfologic.

Acest ultim studiu a fost publicat în numărul special "New Concepts for Dental Treatments and Evaluations" al jurnalului Medicina și se găsește on line la adresa <https://www.mdpi.com/1648-9144/59/1/104> . Medicina 2023, 59, 104. <https://doi.org/10.3390/medicina59010104>. **FI=2,948**

Datorită evoluției constante a tehnologiilor și echipamentelor, este necesară continuarea cercetărilor legate de acest domeniu inovator al materialelor și tehnicilor digitale utilizate în tratamentul dinților cu uzuri. Scopul final al studiilor in vitro este creșterea eficienței clinice, pentru a obține restaurări protetice estetice, funcționale și de lungă durată.