

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

**STAN V.I. ADRIAN TUDOR**



**REZUMAT  
TEZĂ DE DOCTORAT  
METODE IMAGISTICE DE AVANGARDĂ ÎN  
EVALUAREA TRATAMENTELOR ODONTALE**

Conducător Științific  
**PROF.UNIV.DR. MIHAI ROMÎNU**

**Timișoara  
2020**

## **CUPRINS**

LISTA LUCRĂRILOR ȘTIINȚIFICE PUBLICATE

ABREVIERI

INDEXUL FIGURILOR

INDEXUL GRAFICELOR ȘI TABELELOR

MULȚUMIRI

INTRODUCERE

### **PARTEA GENERALĂ**

1. GENERALITĂȚI CU PRIVIRE LA ȚESUTURILE DURE  
DENTARE ȘI RĂȘINILE DIACRILICE COMPOZITE

1.1 COMPOZIȚIA SMALȚULUI ȘI A DENTINEI

1.2 RĂȘINILE DIACRILICE COMPOZITE

1.3 ADEZIUNEA LA SMALȚ ȘI DENTINĂ

1.4 REACȚIA DE POLIMERIZARE

1.5 PROPRIETĂȚI MECANICE ȘI FIZICE ALE RĂȘINILOR DIACRILICE  
COMPOZITE

2. FACTORII DETERIORĂRII MARGINALE

2.1 ADAPTAREA MARGINALĂ

2.2 CONTRACȚIA DE POLIMERIZARE

2.3 PERCOLAREA MARGINALĂ

2.4 CARIILE SECUNDARE

3. EVALUAREA INTERFEȚELOR

3.1 METODA PENETRĂRII COLORANTULUI

3.2 MICROSCOPIA CONFOCALĂ CU SCANARE LASER

3.3 MICRO-COMPUTERTOMOGRAFIA

3.4 TOMOGRAFIA ÎN COERENȚĂ OPTICĂ

3.5 RELEVANȚA CLINICĂ A STUDIILOR DE DETERMINARE ȘI  
MĂSURARE A ADAPTĂRII ȘI PERCOLĂRII MARGINALE

### **PARTEA SPECIFICĂ**

1. STUDIU EXPERIMENTAL *EX VIVO* PRIVIND EVALUAREA  
INTERFEȚEI DINTE-RDC ȘI A TEXTURII SUPRAFEȚEI RESTAURĂRII  
CU AJUTORUL MICROSCOPIEI CONFOCALE CU SCANARE LASER

1.1 INTRODUCERE

1.2 PARTEA EXPERIMENTALĂ

1.3 REZULTATE

1.4 DISCUȚII

1.5 CONCLUZII

2. STUDIU EXPERIMENTAL *EX VIVO* PRIVIND EVALUAREA  
ADAPTĂRII MARGINALE ȘI INTERNE A RĂȘINILOR DIACRILICE  
COMPOZITE FOLOSIND MICRO-CT

2.1 INTRODUCERE

2.2 PARTEA EXPERIMENTALĂ

2.3 REZULTATE

2.4 DISCUȚII

2.5 CONCLUZII

3. STUDIU EXPERIMENTAL *EX VIVO* DE INVESTIGARE A  
STRUCTURII UNUI MATERIAL COMPOZIT *BULK FILL* ȘI A  
BIODENTINEI CU AJUTORUL TOMOGRAFIEI ÎN COERENȚĂ OPTICĂ  
(OCT)

3.1 INTRODUCERE

3.2 PARTEA EXPERIMENTALĂ

3.3 REZULTATE

3.4 DISCUȚII

3.5 CONCLUZII

CONCLUZII ȘI CONTRIBUȚII PERSONALE

BIBLIOGRAFIE

ANEXE

**Motivația alegerii temei** de cercetare este reprezentată de necesitatea dezvoltării stadiului actual al tehnologiilor de investigare imagistică neinvazivă a tratamentelor odontale și, de ce nu, implementarea unora noi împreună cu materialul și protocolul aferent, pentru a putea fi utilizate în domeniul odontoterapiei.

**Obiectivul** acestui manuscris este de a aborda problemele esențiale ale restaurărilor diacrilice compozite dentare. De ce unele materialele restaurative dentare directe eșuează clinic? Ce teste pot fi adecvate pentru a prezice performanța clinică? Evaluarea *ex vivo* se corelează cu performanțele clinice? Ce etape sau metode clinice pot fi întreprinse pentru restaurări predictibile?

În ciuda eforturilor notabile ale producătorilor și cercetătorilor, capacitatea materialelor de restaurare dentară de a avea o performanță clinică predictibilă nu a avansat semnificativ. Anumite corelații între proprietățile specifice și performanțele clinice au fost identificate de-a lungul anilor și au fost utilizate pentru a-i ghida pe clinicieni în selecția și folosirea judicioasă a materialelor, dar știința la acest capitol rămâne în mare parte empirică.

Eforturile actuale de cercetare și dezvoltare vizează modificări ale compoziției rășinilor și ale particulelor de umplutură pentru a produce materiale cu o contracție de fotopolimerizare redusă și, mai important, reducerea stresului cauzat de contracția de fotopolimerizare. Acest efort vine ca o replică directă la tehnicile de stratificare foarte sensibile și oarecum complexe, necesare pentru aceste materiale compozite, și faptul că apariția percolării marginale și a cariei secundare a fost în mod constant motivul clinic principal pentru înlocuirea restaurărilor compozite dentare, fractura fiind al doilea cel mai important motiv. Deși unii au sugerat că înlocuirea restaurărilor este în primul rând cauzată de fractură în primii

cinci ani de la plasarea acestora și cauzată de cariile secundare după cinci ani, alte studii înfirmă această concluzie.

Există, la ora actuală, mii de studii publicate care evaluează performanța clinică a compozitelor dentare. Fără îndoială că și alte studii clinice au fost efectuate, dar nu au fost documentate în literatura de specialitate. În ciuda acestei investiții de timp, energie și bani pentru studierea acestor materiale, nu s-a identificat încă o compoziție chimică exactă și ideală pentru ca materialul restaurator să posede proprietăți sau caracteristici necesare care să-i asigure succesul clinic pe termen lung. Astfel, materialele noi apărute sunt supuse mai multor modalități de testare și evaluare pentru a cunoaște caracteristicile lor fizice, predominant în comparație cu alte produse deja existente pe piață, pentru care există o probă a timpului în relație cu succesul lor clinic. În această privință, dezvoltarea compozitelor dentare se bazează doar într-o oarecare măsură pe principii de proiectare ingineresti și, ca atare, multe întrebări apar la lansarea unui nou material, întrebări la care se răspunde prin evaluarea clinică, care de multe ori întârzie acceptarea produsului de către practicieni sau permite utilizarea imediată cu un anumit grad de disconfort și incertitudine.

Pentru a aborda problema predictibilității rezultatelor clinice prin cercetări de laborator, este necesar să se înțeleagă clar performanța clinică reală prin evaluări sau studii controlate. Aceasta, în sine, este o problemă semnificativă deoarece datele clinice, chiar și cele din studii controlate, sunt de obicei afectate de o variabilitate ridicată.

Studiile clinice arată dovezi crescânde pentru performanța de succes pe termen lung (>10 ani) a compozitului dentar în cavități restaurate de dimensiuni mici până la moderate. Un studiu întins pe 22 de ani a două compozite hibride fotopolimerizabile plasate cu digă în cavități de clasa I și a II-a a arătat rate de succes generale de 75% și, respectiv, 64%. Principalele motive ale eșecurilor în aceste studii au fost uzura

dentară, cariile secundare și fractura. Alte studii clinice sugerează că RDC pot fi de așteptat în a fi predictibile restaurarea cavităților de dimensiuni mici până la moderate și relativ adecvate pentru restaurări mari. Cu toate acestea, performanța pare a fi mai bună la nivelul premolarilor decât la molari.

O nelămurire care necesită a fi abordată este multitudinea factorilor ce afectează performanța clinică a restaurărilor compozite. Trei factori principali pot fi considerați ca fiind cei mai notabili. În primul rând, proprietățile mecanice, precum și rezistența la uzură joacă un rol semnificativ. Aceste proprietăți depind foarte mult de compoziția chimică a materialului, așa cum este concepută de producător, dar sunt influențate foarte mult și de reacția de polimerizare și tehnica de lucru sensibilă, ambele fiind controlate de către medicul dentist. Deși este adevărat că nu există criterii specifice de design, puțini ar nega faptul că există un prag minimal pentru fiecare proprietate mecanică a RDC, sub care eșecul ar fi extrem de probabil. Cea mai bună dovadă în acest sens este faptul că anumite materiale, cum ar fi cimentul ionomer de sticlă (CIS) și cimentul zinc oxid eugenol (ZOE), pot fi utilizate în mod obișnuit doar ca restaurări provizorii, cedând în situațiile de stres ocluzal excesiv la nivelul dinților permanenți posteriori. În al doilea rând, caracteristicile dimensionale care determină adaptarea marginală sunt de o importanță critică, fapt dovedit de faptul că principalul motiv pentru înlocuirea restaurărilor compozite este caria secundară. În aceste caracteristici este inclusă și contracția volumetrică a materialului în timpul polimerizării și o creștere volumetrică ulterioară care poate apărea din cauza absorbției de apă din mediul oral. Aceste proprietăți depind foarte mult de compoziția chimică a materialului. În cele din urmă, designul cavității preparate joacă un rol esențial în succesul pe termen lung, inclusiv geometria, cantitatea și calitatea structurii dure dentare rămase, amplasarea dintelui pe arcada dentară și relația cu dinții antagoniști și adiacenți.

Există o varietate de metode de evaluare ale proprietăților materialelor disponibile pentru evaluarea RDC și există metode de testare standardizate. Studiile recente ale metodelor și corelarea lor cu performanțele clinice au concluzionat că cercetările de laborator singure nu pot fi utilizate pentru a prezice succesul clinic al unui compozit. Cu toate acestea, există cazuri raportate în literatura de specialitate în care performanța clinică a unei restaurări dentare ar putea fi prezisă prin teste *ex vivo* relativ simple și reproductibile. Cele mai multe studii *ex vivo* asupra percolărilor marginale, evaluate cu coloranți, sau de adaptare marginală, evaluate cu ajutorul tehnicilor microscopice, arată că majoritatea materialelor sau metodelor de stratificare au ca rezultat o adaptare sau o sigilare imperfectă. S-a ajuns la concluzia că nu există o corelație precisă între rezultatele obținute din testele de percolare marginală *ex vivo* și rezultatele clinice. În mod similar, un studiu longitudinal recent pe o perioadă de 10 ani asupra RDC/CIS hibride, ce a cuprins cavități de clasa I și a II-a, a arătat ca aproape jumătate dintre restaurări au avut defecte marginale și, în timp, ce aceste imperfecțiuni au crescut. Astfel, studii viitoare sunt necesare pentru a stabili cu exactitate natura relației dintre analiza adaptării marginale *ex vivo* și performanța clinică a materialului restaurator.

**Obiectivele științifice principale** ale acestei cercetări sunt:

1. Evaluarea interfeței dinte-restaurare, a stratului de adeziv și a structurii/texturii suprafeței a diferitor tipuri de rășini diacrilice compozite dentare prin utilizarea microscopiei confocale cu scanare laser (CLSM)
2. Evaluarea adaptării marginale și interne, precum și dimensiunea volumetrică a lipsurilor apărute la nivel de interfață, a restaurărilor din RDC utilizând micro-computertomografia ( $\mu$ -CT)

3. Evaluarea integrității marginale a cavităților obturate cu composite dentare și Biodentină folosind tomografia în coerență optică (OCT) de tip *time-domain*.

**Primul studiu** a evaluat interfața dintre RDC și structura dură dentară, calitatea și grosimea stratului de adeziv și structura/textura de suprafață a rășinii compozite, folosind microscopia confocală cu scanare laser. Structurile considerate au fost măsurate, evaluate și au fost discutate diferențele dintre diferitele materiale prin reconstrucția imagistică. Studiul de microscopie a fost posibil datorită achiziționării în anul 2011 de către Universitatea de Medicină și Farmacie "Victor Babeș" din Timișoara, în colaborare cu Universitatea din Szeged, Ungaria, în cadrul proiectului transfrontalier HURO/0802/011\_AF, acronim HU-RO-CARDIO-POL, a unui microscop confocal Olympus Fluoview FV1000.

În **al doilea studiu** s-a evaluat adaptarea marginală și internă după fotopolimerizarea diferitelor rășini compozite, folosind o tehnică nondistructivă de tomografie micro-computerizată cu raze X (micro-CT). Variabilele au fost tipurile de rășini compozite utilizate și timpii diferiți de polimerizare. Investigația  $\mu$ -CT a fost efectuată folosind aparatul Nikon XTH 225ST al firmei Top Metrology (Dumbrăvița/RO) pentru a dezvălui defectele de adaptare sau lipsurile interfeței restaurării cu posibilitatea apariției consecutive a percolării marginale.

**Al treilea studiu** a analizat adaptarea marginală a unui material compozit de tipul *bulk-fill* și a Biodentinei folosind tomografia în coerență optică în modul *time-domain*. Această metodă imagistică non-invazivă permite o analiză detaliată cantitativă și calitativă a interfețelor dentare studiate întrucât în practica dentară curentă este adesea dificil sau chiar imposibil să distingem vizual și să controlăm defectele adeziunii în cadrul



restaurărilor adezive. OCT-ul este folosit cu succes de un timp îndelungat la Universitatea de Medicină și Farmacie „Victor Babeș” Timișoara, Facultatea de Medicină Dentară, Disciplina de Propedeutică și Materiale Dentare, în urma colaborărilor internaționale realizate la Universitatea din Kent, Canterbury, UK. Din anul 2009, în cadrul disciplinei există primul sistem național OCT de tip *time-domain* dedicat aplicațiilor din sfera medicinei dentare, iar din 2011 există primul sistem național OCT de tip *spectral-domain* dedicat aplicațiilor clinice dentare.

Protocoloalele experimentale ale studiilor efectuate au primit avizul Comisiei de Etică a Cercetării Științifice (CECS) din cadrul Universității de Medicină și Farmacie „Victor Babeș” din Timișoara, aviz cu numărul 42-17/19.11.2019. De asemenea, materialele și activitatea experimentală au fost susținute financiar, în parte, prin grantul doctoral câștigat al competiției organizate de UMFVBT, grant cu numărul 3811/03.10.2016.

### **Concluziile generale** ale acestei teze sunt următoarele:

1. CLSM oferă informații solide și fiabile cu privire la penetrarea, distribuția, discrepanța marginală și suprafața rășinii compozite, în comparație cu metodele convenționale și poate fi folosită cu succes pentru evaluarea adeziunii la interfața restaurărilor compozite.

2. În restaurările de cavitații proximale, în special cele cu margini situate apical de JAC, se observă lipsa integrității marginale indiferent de compozitul bulk-fill utilizat, iar compozitul SonicFill Bulk Fill a obținut valori sensibil mai mici ale lipsei adaptării marginale față de Filtek Bulk Fill.

3. Când a fost comparată integritatea marginală de-a lungul celor patru pereți ai cavitații, peretele gingival a prezentat mai multe lipsuri față de restul pereților cavitații din toate grupurile analizate.

4. Procedura de testare a rugozității suprafeței a arătat mici diferențe între cele două materiale testate, atât finisate cât și nefinisate.

5. S-a constatat că existența contracției de polimerizare este strâns legată de adaptarea internă și de adaptarea marginală a restaurărilor din rășină compozită.

6. Au fost detectate discrepanțe considerabile între timpii diferiți polimerizare și au fost identificate variații mari între compozitul dentar de tip bulk-fill și rășina hibridă, concluzionând că cel de tip bulk-fill poate fi opțiunea mai potrivită.

7. Micro-CT poate detecta non-distructiv și în cele mai mici detalii adaptarea marginală și internă în jurul restaurării RDC în toate cele trei dimensiuni, spre deosebire de majoritatea celorlalte metode utilizate în prezent.

8. Metoda propusă pentru evaluarea adaptării interne folosind imagistica micro-CT se erijează deja și devine un standard de aur pentru evaluarea 3D a adaptării materialelor compozite la țesutul dentar.

9. Imagistica OCT are potențialul de a evalua nedistructiv adaptarea interfețelor a restaurărilor compozite și altor materiale de restaurare și de a detecta defecte interne și marginale.

10. Compozitul de tip bulk-fill a obținut rezultate mai bune decât Biodentina; cu toate acestea, umplerea în strat prea mare a unei cavități va compromite etanșarea interfeței de adeziune indiferent de tipul de compozit utilizat.

11. În urma discrepanțelor majore dintre integritatea marginală a materialului compozit și a Biodentinei, în defavoarea celei din urmă, nu se recomandă folosirea tehnicii open-sandwich sau a oricărei alte tehnici ce va lăsa o conexiune directă între Biodentină și cavitatea bucală.

12. 90% din restaurări au avut fracturi și / sau lipsă a adaptării marginale, considerate nișe pentru diseminarea timpurie a noilor linii de fractură sau a cariilor.

13. Puterea diagnostică a OCT a fost mai mare decât cea a inspecției vizuale pentru adaptarea marginală. În plus, cu OCT au fost observate imagini clare în secțiune în profunzimea interfeței.

14. Prezentul studiu a demonstrat capacitatea metodei OCT în vizualizarea morfologiei și a integrității interfețelor ale restaurărilor dentare pentru a fi utilizate pentru o dezvoltare ulterioară a instrumentelor OCT in vivo.

### **Contribuții personale:**

1. Dezvoltarea de protocoale dedicate cercetării în domeniul medicinei dentare cu ajutorul microscopiei confocale cu scanare laser.

2. Găsirea unei lungimi de undă a laserului microscopului confocal adaptată țesuturilor dure dentare, pentru o achiziție imagistică de o înaltă calitate.

3. Demonstrarea că folosirea Biodentinei pentru restaurarea leziunilor/cavităților cervicale radiculare (conform indicațiilor producătorului) nu este recomandată.