

**UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE "IULIU HAȚIEGANU"**  
**Facultatea de Medicină Dentară**

Rezumatul tezei de doctorat

**Utilizarea rășinilor compozite în restaurarea morfologiei dinților și a spațiilor edentate de întindere mică, prin metoda indirectă**

**Conducător științific: Prof. Dr. Radu Septimiu Câmpian**

**Doctorand: Sorina Andrea Sava**

**Cluj-Napoca 2012**

# CUPRINS

<b>INTRODUCERE</b>	11
<b>STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII</b>	13
<b>1. Rășini compozite utilizate pentru restaurări indirecte</b>	15
1.1. Aspecte generale	15
1.2. Compoziția rășinilor compozite de restaurare indirectă	16
1.2.1. Faza organică	16
1.2.2. Faza anorganică	20
1.2.3. Agenții de cuplare	22
1.3. Clasificarea rășinilor compozite	23
1.4. Caracteristicile materialelor compozite destinate tehnicii indirecte	23
1.4.1. Proprietăți mecanice	24
1.4.2. Rezistența la uzură	25
1.4.3. Proprietăți termice	25
1.4.4. Absorbția de apă și solubilitatea	26
1.4.5. Proprietăți optice	27
1.4.6. Adaptarea marginală și microinfiltrația (microleakage)	27
1.4.7. Proprietăți de suprafață	27
1.4.8. Biocompatibilitatea	27
1.5. Indicațiile și avantajele rășinilor diacrilice compozite indirecte (RDCl)	28
1.5.1. Indicații	28
1.5.2. Avantaje	29
<b>2. Evoluția compozitelor destinate tehnicii indirecte</b>	31
2.1. Prima generație de RDC indirecte	31
2.2. A 2-a generație de RDC indirecte	32
2.2.1. Structura și compoziția	32
2.2.2. Tehnici de polimerizare	32
2.2.2.1. Atmosfera de azot	32
2.2.2.2. Soft start (polimerizarea lentă)	33
2.2.2.3. Lumină și căldură aplicate simultan	33
2.2.2.4. Iradierea cu fascicul de electroni	33
2.3. Sisteme actuale de RDC destinate restaurărilor indirecte	34
2.4. Armarea cu fibre	35
2.4.1. Clasificarea fibrelor de sticlă utilizate pentru armarea compozitelor stomatologice	36
2.4.2. Influența fibrelor asupra matricii polimerice	37
2.4.3. Proprietățile mecanice ale compozitelor armate cu fibre	39
2.4.3.1. Rigiditatea	39
2.4.3.2. Rezistența la flexiune (încovoiere)	40
<b>CONTRIBUȚIA PERSONALĂ</b>	41
<b>3. Elaborarea și testarea unui compozit armat (ranforsat) cu fibre, cu aplicabilitate în protetica dentară</b>	43
3.1. Introducere	43
3.2. Elaborarea compozitului ranforsat cu fibre	43
3.2.1. Scopul studiului	43
3.2.2. Material și metodă	44
3.2.3. Rezultate și discuții	46
3.2.4. Concluzii	49
3.3. Testarea experimentală a componentei de armare cu fibre de sticlă	50
3.3.1. Scopul studiului	50
3.3.2. Studiu experimental privind absorbția de apă	50
3.3.2.1. Material și metodă	50
3.3.2.2. Rezultate și discuții	52
3.3.3. Determinarea rezistenței la flexiune (încovoiere) și a modulului de elasticitate (flexibilitate)	54
3.3.3.1. Material și metodă	55
3.3.3.2. Rezultate și discuții	58
3.3.4. Concluzii	63
3.4. Evaluarea biocompatibilității	63
3.4.1. Scopul studiului	63
3.4.2. Material și metodă	64
3.4.3. Rezultate și discuții	65
3.4.4. Concluzii	69
3.5. Aprecierea aplicabilității clinice a materialului elaborat	70
3.5.1. Scopul studiului	70
3.5.2. Material și metodă	70
3.5.3. Rezultate și discuții	72
3.5.4. Concluzii	75

<b>4. Studiu in vitro al translucidității unor materiale compozite de restaurare indirectă</b>	77
4.1. Introducere	77
4.2. Scopul studiului	78
4.3. Material și metodă	78
4.4. Rezultate	81
4.5. Discuții	88
4.6. Concluzii	91
<b>5. Evaluarea in vitro a calității cimentării unor restaurări din materiale compozite</b>	93
5.1. Introducere	93
5.2. Scopul studiului	94
5.3. Material și metodă	94
5.4. Rezultate	107
5.5. Discuții	115
5.6. Concluzii	123
<b>6. Studiul clinic al utilizării și performanței în timp a patru materiale compozite de laborator folosite în refacerea morfologiei dinților și a spațiilor edentate de întindere mică</b>	125
6.1. Introducere	125
6.2. Scopul studiului	125
6.3. Material și metodă	126
6.3.1. Criterii de analiză a restaurărilor protetice	127
6.3.2. Criteriile de incluziune ale cazurilor clinice	129
6.3.3. Protocolul clinic de realizare a restaurărilor	130
6.4. Rezultate	132
6.5. Discuții	139
6.6. Concluzii	140
<b>7. Concluzii generale</b>	143
<b>REFERINȚE</b>	147

**Cuvinte-cheie:** Rășini compozite de laborator; Compozite armate cu fibre; Transluciditate; Microinfiltrație marginală.

Lucrarea de față este structurată în două părți: stadiul actual al cunoașterii și contribuții personale.

Stadiul actual al cunoașterii cuprinde aspecte generale legate de compoziția, caracteristicile, indicațiile și evoluția rășinilor compozite de restaurare indirectă, cât și informații generale legate de posibilitatea armării cu fibre a acestora.

Partea a doua, cea a contribuției personale, cuprinde cercetări care au urmărit următoarele obiective:

- ✓ Elaborarea și testarea experimentală a unui compozit armat cu fibre de sticlă, autohton.
- ✓ Aprecierea efectelor generate de două tipuri diferite de fibre de armare, asupra translucidității.
- ✓ Evaluarea capacității de sigilare marginală a diferitelor tipuri de cimenturi utilizate pentru fixarea unor restaurări integral compozite.
- ✓ Evaluarea comparativă a performanțelor clinice a restaurărilor compozite indirecte realizate din materiale diferite.

Teza este structurată în 7 capitole la care se adaugă introducerea și referințele bibliografice (202 citații).

**Capitolul 1** „Rășini compozite utilizate pentru restaurări indirecte”

**Capitolul 2** „Evoluția compozitelor destinate tehnicii indirecte”

**Capitolul 3** „Elaborarea și testarea unui compozit armat (ranforsat) cu fibre, cu aplicabilitate în protetica dentară”

**3.1. Introducere.** Armarea cu fibre a rășinilor, pentru obținerea substructurilor restaurărilor integral polimerice, reprezintă unul din scopurile care tind să se impună în protetica dentară, având în

vedere faptul că prin ranforsarea cu fibre, indicațiile s-au putut extinde de la restaurări unitare la proteze parțiale fixe.

### **3.2. Elaborarea compozitului ranforsat cu fibre(FRC)**

*Scopul studiului.* FRC putem spune că reprezintă un grup relativ nou de materiale și având în vedere că, la momentul actual, nu există pe piață un produs românesc de această natură, am considerat că abordarea acestui subiect, alături de colectivul de cercetători ai Departamentului de Compozite Polimerice din cadrul Institutului de Cercetări în Chimie „Raluca Ripan”(ICRR), Cluj-Napoca va constitui un subiect de interes la noi în țară.

*Material și metodă.* Conform obiectivelor științifice propuse s-a efectuat un studiu documentar privind compozitele armate cu fibre de sticlă<sup>73,74,75,76</sup>.

FRC, spre deosebire de compozitele cu umplutură sub formă de particule, sunt caracterizate de umplutură sub formă de fibre astfel că, un prim pas a constat în *alegerea fibrelor de sticlă pentru armare unidirecțională.*

S-a optat pentru fibrele de sticlă având codul EC15-300-P500(SC FIROS- București), unde

E	tipul sticlei
C	filament continuu
15 ;16	diametrul monofilamentului
1200 ; 2400	densitate de lungime – finețe fir (tex)
P500	cod soluție ancolare FIROS

Proiectarea și elaborarea modelului de rășină de impregnare a presupus efectuarea unor teste preliminare privind stabilirea vâscozității și a compoziției optime a rășinii. În urma acestor testări, s-au elaborat trei probe de rășini, diferențiate prin compoziție. Impregnarea s-a făcut prin tehnologia de impregnare manuală. Aprecierea calitativă a capacității de impregnare a rășinilor s-a efectuat prin microscopie electronică.

*Concluzii.* Analiza probelor prin microscopie electronică a pus în evidență faptul că oligomerii superiori Bis GMA<sub>0,2</sub> reprezintă componentul cu cea mai bună aderență la fibrele de sticlă testate. În urma analizei datelor din experimentele anterioare s-a putut elabora un material compozit experimental armat cu fibre, sub forma a două componente: fibrele de sticlă sub forma sortimentului de roving EC15-300-P500 din care, prin reunirea a 7, respectiv 14 mănunchiuri de fire s-au obținut sortimentele de roving cu 2100 și respectiv 4200 tex și cel de al doilea component - rășina de impregnare - reprezentată de amestecul de oligomeri superiori Bis-GMA<sub>0,2</sub> și monomerul de diluție, trietilenglicol dimetacrilat (TEGDMA).

Pentru inițierea polimerizării rășinii din materialele FRC experimentale s-a folosit sistemul fotochimic (CQ). Pentru obținerea unui grad de conversie avansat al monomerilor, după fotopolimerizare, materialele testate au fost supuse unui tratament de termo-baro-polimerizare (135<sup>0</sup>C, 60 psi în atmosferă de azot, 20 de minute).

Această componentă de armare a fost aleasă și va fi caracterizată din punct de vedere al proprietăților chimice, mecanice, biologice și clinice în următoarele faze ale cercetării.

### **3.3. Testarea experimentală a componentei de armare cu fibre de sticlă**

*Scopul studiului.* Scopul acestui studiu îl reprezintă testarea bioprodusului de tip compozit armat cu fibre de sticlă elaborat, din punct de vedere al proprietăților fizico-mecanice, chimice și al biocompatibilității. Acestea se numără printre proprietățile importante ale materialelor stomatologice, normele internaționale impunând anumite valori pentru aceste caracteristici.

*Material și metodă.* În cazul testării proprietăților chimice și mecanice, pornind de la compozitul armat elaborat, au fost investigate 8 grupuri diferite prin compoziția rășinii de impregnare utilizate sau prin cantitatea de fibre de armare. Pentru realizarea probelor și testarea proprietăților materialelor au fost respectate protocoalele impuse de normele standard în domeniu (ISO 4049/2000).

*Rezultate și discuții.* Valorile absorbției de apă obținute pentru seria de compozite elaborate se încadrează în limitele impuse de ISO 4049/2000 și anume, sunt mai mici de 40 μg/mm<sup>3</sup>, excepție făcând doar compozitul FRC<sub>1(7)</sub>. Această valoare poate fi explicată prin faptul că rășină de

impregnare are un conținut mai mare în monomer de diluție (TEGDMA), acesta având un caracter relativ hidrofil și de asemenea are o cantitate mai redusă de fibre de armare.

Valorile rezistențelor mecanice obținute pentru cele patru serii de materiale FRC au fost deosebit de ridicate, atingând și valori de peste 600 MPa pentru rezistența la flexiune, valori care sunt mult peste limitele impuse de ISO (100Mpa).

**Concluzii.** Pe baza studiilor analitice și a testelor fizico-mecanice s-a selecționat ca variantă optimă compozitul armat cu fibre de sticlă cod FRC3<sub>(14)</sub>. Cele două componente ale acestui material sunt: rășina de impregnare constând din amestecul de oligomeri superiori Bis-GMA<sub>0.2</sub> (60%) și TEGDMA (40%) și respectiv, fibrele de sticlă reprezentate de 1 mănunchi de fibre roving cod EC 15 - 4200 - P500 (14 mănunchiuri fibre roving cod EC 15 - 300 - P500).

#### **3.4. Evaluarea biocompatibilității**

**Scopul studiului.** Scopul studiului constă în evaluarea gradului de biocompatibilitate prin testul de toleranță prin implantare pentru fibra de ranforsare elaborată și selecționată ca fiind corespunzătoare din punctul de vedere al parametrilor fizico-chimici și mecanici impuși de standardele internaționale în vigoare.

**Material și metodă.** Experimentul s-a realizat în Laboratorul Biobazei din cadrul UMF "Iuliu Hațieganu", Cluj-Napoca sub conducerea Dr. Septimiu Toader și Prof. Dr. O. Rotaru, utilizând pentru implantul subcutanat, respectiv intramuscular câte 2 loturi de cobai (Dania) și șobolani (Wistar). Loturile au fost întreținute în condiții standard și supravegheate timp de 21 zile după care au fost eutanasiate și s-a procedat la examenul macroscopic și histopatologic al zonei de implantare.

**Rezultate și discuții.** Postoperator toate loturile s-au comportat normal, vindecarea plăgii operatorii realizându-se per primam. Nu s-au înregistrat semne de respingere, sensibilitate sau tulburări de mobilitate la nivelul zonei de implantare, toate animalele având un comportament clinic normal pe perioada desfășurării experimentului. Examenul histopatologic al zonelor de țesut situate în contact intim cu substanța implantată nu a relevat efect toxic (necrozant) sau inflamator exudativ (supurație).

**Concluzii.** Pe baza aspectelor prezentate, se poate afirma că produsul testat, beneficiază de o tolerabilitate bună la contactul cu țesuturile vii, cum este cazul țesuturilor conjunctiv subcutanat și muscular.

#### **3.5. Aprecierea aplicabilității clinice a materialului elaborat**

**Scopul studiului.** În acest studiu am urmărit câteva proprietăți și caracteristici care trebuie luate în considerare în selectarea unui produs adecvat pentru aplicația clinică.

**Material și metodă.** Pt realizarea substructurii lucrărilor integral polimerice s-a utilizat materialul elaborat, iar compozitul de restaurare folosit a fost de asemenea un produs autohton experimental (ICCRR). Pentru urmărirea comportării clinice a materialului, am efectuat 20 preparații pentru lucrări protetice total fizionomice compozite armate cu fibre. Etapele tehnice urmărite au coincis cu cele parcurse la confecționarea lucrărilor protetice integral compozite din belle-Glass NG<sup>®</sup> (Kerr), având în vedere similitudinea privind compoziția celor două materiale. Toate preparațiile au fost realizate in vitro, dorind să urmărim în această etapă proprietățile de manipulare, aspectul fizionomic și adaptarea marginală.

**Rezultate și discuții.** Datorită faptului că fibrele nu sunt împletite există o oarecare dificultate în aplicarea lor intimă pe suprafața bontului dentar. În primul moment în care se dorește adaptarea fibrelor, acestea se desprind ușor și doar prin aplicarea repetată a agentului de modelare se poate atașa întregul mănunchi de fibre de bontul dentar.

Reconstituirile efectuate și-au menținut aspectul fizionomic pe perioada de testare (6 luni în salivă artificială), macroscopic, prin inspecție directă, neconstatându-se modificări detectabile ale formei anatomice a restaurărilor dintr-un posibil motiv de dizolvare a materialului în mediul oral.

În cazul fibrelor din sticlă, chiar dacă grosimea lor este ceva mai mare, ele sunt ușor acoperite de compozitul cu care se efectuează lucrarea protetică și nu transpar după prelucrarea mecanică finală. Acest aspect constituie un avantaj major deoarece nu este nevoie de o șlefuire excesivă a dintelui pentru ca fibra de ranforsare să nu transpară prin compozit.

Adaptarea marginală a restaurărilor, observată pe simulator este comparabilă cu cea a restaurărilor realizate din Belle-Glass HP și fibre Construct. După adaptarea fibrelor de sticlă pe model, lucrările protetice prezintă o bună adaptare marginală, observabilă prin inspecție directă.

*Concluzii.* Rezolvarea problemelor legate de tehnologia de lucru, prin împletirea fibrelor, va face acest produs nu numai competitiv pe piață, dar, după părerea noastră chiar superior din punct de vedere estetic față de produsele deja existente din fibre de polietilenă. Testele vor trebui continuate prin experimente pe termen mediu pe cazuri clinice

#### **Capitolul 4** „Studiu in vitro al translucității unor materiale compozite de restaurare indirectă”

*Scopul studiului.* Scopul acestui studiu a fost determinarea translucității unei rășini indirecte autohtone experimentale, comparativ cu o rășină compozită existentă deja pe piață și compararea efectelor pe care le au două tipuri diferite de fibre asupra translucității.

*Material și metodă.* Am examinat două rășini compozite cu utilizare în protetica dentară, care prezintă și posibilitatea de armare cu fibre: o rășină compozită experimentală produsă de ICCRR (CA; compozit A)(fibre de sticlă) și o marcă consacrată (BG; belleGlass NG, Kerr Corporation)(fibre de polietilenă). Modul de polimerizare al celor două compozite luate în studiu este identic, fiind un mecanism combinat de polimerizare: foto-, termo-polimerizare folosind ca adjuvant presiunea.

Am folosit nuanța A3 și am realizat câte trei grupuri din fiecare material, așa cum sunt furnizate de producător. Cele trei grupuri în cazul bellGlass-ului au fost: smalț(BGs), dentină opacă (BGd) și dentină opacă cu fibre (BGdf). În cazul compozitului experimental cele trei grupuri au fost: smalț (CAs), dentină (CAAd) și dentină cu fibre (CAAdf). Pentru fiecare material s-au realizat 10 probe sub formă de disc (Ø=20 mm, grosime: 2mm).

Probele obținute au fost supuse investigațiilor spectrale ultraviolete și în spectrul vizibil (UV-VIS), întregindu-se spectrele de reflexie cu un spectrofotometru marca UNICAM 4 (UV-VIS). Parametrii au fost determinați inițial pe fața lucioasă a probei (supusă inițial fluxului de lumină) și apoi pe fața mată a probei (polimerizată după îndepărtarea probei din matriță). Parametrii mășurați: L \*, a \*, b \*, au fost utilizați pentru calculul parametrului de translucitate (TP) reprezentat ca diferența de culoare a probei obținută pe fundalul alb standard și pe fundalul negru standard.

Datele obținute au fost analizate statistic cu ajutorul testului t-Student la un nivel al semnificației  $p < 0,05$ .

*Rezultate și discuții.* Testul t-Student a relevat diferențe statistice semnificative ale translucității celor două compozite. Aceste diferențe s-au obținut la nivelul ambelor suprafețe (lucioasă și mată), atât pentru probele de smalț, cât și pentru componenta dentină, nivelul de semnificație fiind  $p < 0,001$ . Diferențele apărute sunt rezultatul diferențelor de compoziție ale acestora, existând o strânsă interdependență între compoziția chimică și proprietățile optice ale compozitelor dentare, implicit componenta estetică (opacitatea vizuală sau translucența).

La compararea probelor de smalț cu cele de dentină ale aceluiași compozit (BGd cu BGs și CAAd cu CAs) am remarcat o valoare de cel puțin 4 ori mai mare a TP pentru smalț, pe ambele suprafețe. Acest rezultat, în concordanță cu studiile din literatură<sup>96,113,123</sup>, reprezintă un aspect favorabil având în vedere că pentru a imita structura dintelui natural, culoarea restaurărilor protetice din rășini compozite este reprodusă prin aplicarea unui strat de smalț compozit, destul de translucid, peste compozitul dentină.

Pentru a aprecia influența diferitelor tipuri de fibre (polietilenă grup BGdf sau sticlă CAAdf) asupra translucității probelor de dentină au fost comparate grupurile CAAdf-CAAd și BGdf-BGd. Astfel au fost observate diferențe semnificative statistice între grupurile de dentină și cele cu fibre, nivelul de semnificație fiind mai mic de 0.05 ( $p < 0,001$ ).

Deși ambele tipuri de fibre au determinat o creștere a translucității se remarcă o dublare a valorii TP în cazul fibrelor de sticlă în timp ce fibrele de polietilenă au produs doar o creștere redusă a valorii acestui parametru. Creșterea mai accentuată a valorii TP în cazul utilizării fibrelor de sticlă se datorează faptului că fibrele de sticlă utilizate pentru armarea rășinilor compozite au ele însele o

oarecare transluciditate. Aceste compozite armate trebuie apoi fotopolimerizate pentru fabricarea substructurii și din acest motiv pot deveni și mai translucide.

**Concluzii.** Atât fibrele de sticlă, cât și cele de polietilenă cresc transluciditatea dentinei materialului respectiv, dar fibrele de sticlă cresc mai mult această valoare a indicelui de translučență. Studiul efectuat arată că există diferențe de transluciditate între diferitele componente (smalț, dentină) ale aceluiași material ceea ce facilitează potrivirea culorii restaurării cu dinții naturali și variatele materiale de restaurare, cu transluciditate diferită.

### Capitolul 5. „Evaluarea *in vitro* a calității cimentării unor restaurări din materiale compozite”

**Scopul studiului.** Longevitatea restaurărilor protetice depinde în mare măsură de calitatea cimentării. În acest sens am urmărit capacitatea de sigilare marginală a diferitelor tipuri de cimenturi dentare utilizate pentru fixarea unor lucrări protetice compozite, prin evaluarea microinfiltrației marginale .

**Material și metodă.** În vederea realizării studiului am efectuat 100 de preparatii pentru fațete pe dinți frontali permanenți, extrași. Preparatiile s-au realizat numai la nivelul suprafeței vestibulare, urmărindu-se menținerea limitelor în smalț. După realizarea în laborator a fațetelor (belleGlass NG) dinții au fost împărțiți, în mod aleator, în cinci grupuri (n=20), în funcție de procedeul de cimentare folosit (tabell).

Tabel 1. Repartiția pe grupuri de dinți în funcție de materialul utilizat pentru cimentare

GRUP	CIMENT DE FIXARE	SISTEM ADEZIV
I	ciment ionomer de sticlă modificat cu rășini (GC Fuji Plus, GC)	
II	ciment autoadeziv/autogravant cu priză duală (Maxcem, Kerr)	
III		gravare și spălare în trei timpi (OptiBond FL (Kerr))
IV	ciment rășină dual (Nexus NX3, Kerr)	gravare și spălare în 2 timpi (OptiBond Solo Plus (Kerr))
V		autogravant într-un timp (All In One (Kerr))

Dinții restaurați au fost supuși testului termic, iar apoi au fost imersați în soluție bazică de fuxină (0,5 %, 24 h). Pentru investigarea microinfiltrației marginale s-au realizat secțiuni de 1.5 mm grosime, în sens vestibulo-oral, cam la jumătatea dimensiunii mezio-distale a fațetei. Probele au fost analizate la un microscop optic (OlympusKC301, Olympus America Inc.), iar aprecierea cantitativă a gradului de microinfiltrație marginală s-a făcut, cu ajutorul unui soft special, măsurându-se lungimea ( $\mu\text{m}$ ) infiltrației de fuxină de-a lungul interfețelor dinte/ciment și respectiv ciment/fațetă. Valorile obținute au fost raportate la lungimea totală a interfețelor respective astfel rezultând proporția microinfiltrației. În final a fost calculată media pe fiecare grup, Id, respectiv If, iar rezultatele au fost prelucrate statistic cu ajutorul testului t-Student ( $p < 0.05$ ).

**Rezultate și discuții.** Microscopia optică a relevat microinfiltrația fuxinei, prezentă - în grade diferite - la majoritatea restaurărilor la nivelul interfeței dinte-ciment, cea mai mare valoare medie a proporției infiltrației (exprimată procentual) fiind înregistrată în cazul GV, iar cea mai mică valoare în cadrul GIII.

Pentru infiltrația la nivelul interfeței dinte-ciment am observat că proporția acesteia este semnificativ mai redusă în cadrul Grupului II decât în cazul Grupului I ( $p=0,0001$ ). De asemenea se remarcă diferențe statistic semnificative atât în ceea ce privește microinfiltrația, cât și proporția acesteia atunci când comparăm GI, în care s-a utilizat pentru cimentare un ciment ionomer de sticlă modificat cu rășini cu grupurile care au utilizat cimenturi rășină în asocieră cu sisteme adezive ( $p < 0.05$ ).

Comparând grupurile care au utilizat pentru fixarea fațetelor cimenturi rășină testele statistice au arătat diferențe statistic semnificative între Grupul II și Grupurile III ( $p=0.003$ ) și V ( $p=0.001$ ) sub aspectul proporției infiltrației. Raportând lungimea microinfiltrației, s-a remarcat o infiltrație

mai pregnantă pentru grupul care a utilizat cimentul rășină autogravant/autoadeziv comparativ cu G III ( $358 \pm 400.1$  față de  $51.1 \pm 84.2$ ) ( $p=0.004$ ) și o infiltrație mai redusă față de GV ( $2023 \pm 1917$  față de  $358 \pm 400.1$  în cazul grupului II). Între grupurile II și IV nu au fost diferențe statistice semnificative.

În ceea ce privește comparația între grupurile pentru a căror cimentare a diferit doar sistemul adeziv folosit, testul t-Student a arătat semnificativ mai puțină infiltrație la nivelul Grupului III (media  $0.009 \pm 0.01$ ).

La nivelul interfaței fațetă-ciment cea mai mare proporție a microinfiltrației a fost obținută în cadrul Grupului V, iar în cazul fațetelor cimentate cu ciment rășină autogravant/autoadeziv (G II) nu s-a înregistrat deloc microinfiltrație.

**Concluzii.** Simplificarea protocoalelor de lucru ale sistemelor adezive determină o manipulare facilă de către practicieni, dar nu pot îmbunătăți efectiv calitatea închiderii marginale, obținându-se în acest studiu cea mai redusă sigilare la nivelul interfeței dinte-ciment. Calitatea cimentării fațetelor din materiale compozite poate fi influențată negativ în cazul cimenturilor ionomere de sticlă modificate cu rășini prin greșeli de mixare a componentelor cimentului, fapt urmat de apariția unui strat gros de ciment sau a incluziunilor de aer. Rezultatele obținute în acest studiu privind microinfiltrația marginală susțin încă o dată ideea că în general, adezivii gravare și spălare sunt cei mai promițători pentru cimentarea fațetelor compozite.

**Capitolul 6.** „Studiu clinic al utilizării și performanței în timp a patru materiale compozite de laborator folosite în refacerea morfologiei dinților și a spațiilor edentate de întindere mică”

**Scopul studiului.** Scopul acestui studiu a constat în evaluarea comportamentului clinic, pe termen de 1 până la 5 ani, a patru rășini compozite din care s-au realizat prin tehnica indirectă inlay-uri, coroane unitare și punți de întindere redusă, în funcție de cazul clinic, cu sau fără suport metalic sau fibre de armare.

**Material și metodă.** În perioada 2003-2008 au fost luați în studiu un număr de 127 de pacienți, cu vârste cuprinse între 20-68 de ani, cărora li s-au aplicat un număr de 270 lucrări protetice (155 proteze fixe unitare (PFU) și respectiv 115 proteze parțiale fixe (PPF)) din cele 4 materiale compozite, repartizate după cum se observă în tabelul 2.

Tabel 2. Tipurile de restaurări indirecte evaluate clinic pe baza criteriilor USPHS modificate, în funcție de materialul folosit

Total restaurări indirecte	BELLE GLASS			ESTENIA			SR ADORO			CERAMAGE		
	HP						Prot Unit PFU	Punți PPF		Prot Unit PFU	Punți PPF	
	Prot unit PFU	Elem agreg	Inter m	Prot Unit PFU	Elem agreg	Inter m		Prot Unit PFU	Elem agreg		Inter m	Prot Unit PFU
<b>270</b>	32	28	26	35	85	82	53	41	34	25	50	45
<b>PFU= 155</b>	32	18		35	56		53	25		25	26	
<b>PPF= 115</b>												
<b>Restaurări / material</b>	50			91			78			51		
<b>Pacienți</b>	26			39			35			27		
<b>127</b>												

Selecția cazurilor a vizat o serie de elemente comune tuturor tipurilor de lucrări aplicate, precum și elemente specifice pentru fiecare tip în parte. S-a stabilit un protocol clinic detaliat de realizare a lucrărilor protetice, iar pentru analiza restaurărilor protetice am folosit criteriile de evaluare clinică ale sistemului United States Public Health Services (USPHS) modificate pentru restaurări indirecte. Prin scala de analiză vizuală VAS (Visual rating scale) au fost urmăriți și evaluați alți 3 parametri: performanța estetică, performanța funcțională și sensibilitatea postoperatorie.



Documentarea cazurilor a inclus evaluarea la timpul 0 = aplicarea restaurării din compozit, apoi la 1, 2, 3 și respectiv 4 ani după aplicare. Rata de abandon a studiului a fost de 2,5%, astfel că am putut analiza în final 270 de restaurări indirecte pe o durată medie de 37,5 luni.

Analiza rezultatelor exprimate sub formă de scoruri (alfa, bravo, charlie) la criteriile USPHS modificate sau scoruri de la 0 la 10 pentru performanța estetică și funcțională, s-a realizat sub formă de statistică descriptivă procentuală.

*Rezultate și discuții.* Datele studiului nostru au indicat o rată de supraviețuire a lucrărilor protetice fixe din RDC de 84.5% la inlay-uri și onlay-uri, 87.65% la coroanele unitare și 89.6% la punțile de 3 sau maxim 4 elemente. În funcție de materialul utilizat, această rată de succes la o durată medie de 37.5 luni a fost de 86% pentru compozitul belleGlassHP, 90,2% pentru Estenia, 85.9% pentru Adoro și 88,24% pentru Ceramage, fără a exista diferențe semnificative între cele 4 materiale utilizate. Complicațiile cele mai frecvente au fost fractura în masa RDC sau delaminarea de pe fibrele de ranforsare sau de pe scheletul metalic.

În studiul de față, valoarea medie a performanței estetice a fost maxim 9.3 la coroanele din compozit fără suport metalic, urmate de inlay-urile compozite 9.02, rezultat comparabil cu punțile din RDC ranforsate cu fibre (8.65), fără a exista diferențe semnificative între cele 4 materiale utilizate. PPF cu suport metalic au obținut scorurile cele mai mici, respectiv 6.5 la 3 ani. Scorurile acordate de medicii examinatori pentru performanța estetică și funcțională au fost mai scăzute decât cele ale pacienților la o valoare medie de 7.65, fără diferențe semnificative între cele 4 materiale studiate.

Sensibilitatea post-cimentare, notată de către pacienți, a fost extrem de rară, întâlnindu-se la 8 cazuri clinice, adică la 6,29% din pacienți și respectiv la 5.55% dintre lucrările fixe, fiind catalogată cu scorul de 2.5 pe scara durerii (0 fără durere și 10 durere extremă).

*Concluzii.* Rezultatele noastre au arătat o rată de succes bună pentru toate materialele aplicate, fără diferențe semnificative între ele ceea ce explică, într-o oarecare măsură, solicitarea tot mai frecventă a acestor tipuri de lucrări protetice de către pacienți.

## Capitolul 7. Concluzii generale

1. Testarea proprietăților fizico-chimice și mecanice ale componentei de armare cu fibre de sticlă, nou elaborată la Institutul de Chimie "Raluca Ripan" din Cluj, a evidențiat următoarele aspecte:
  - ◆ Proprietățile fizico-chimice și mecanice ale compozitelor armate cu fibre sunt dependente atât de cantitatea de fibre de armare, precum și de tipul rășinii de impregnare.
  - ◆ Pe baza studiilor analitice și a testelor fizico-mecanice s-a selecționat compozitul armat cu fibre de sticlă cod FRC<sub>3(14)</sub> ca variantă optimă, care are ca și componente rășina de impregnare cu compoziția 60% amestec de oligomeri superiori Bis-GMA<sub>0-2</sub> și 40% TEGDMA și respectiv 14 mănunchiuri fibre roving cod EC 15 - 300 - P500.
2. Testele de inoculare a produsului elaborat subcutanat și intermuscular, subliniate de examenul histopatologic, au dovedit o bună tolerabilitate, materialul implantat neproducând efecte necrozante sau inflamatorii exudative.
3. În urma primelor testări in vitro ale aplicabilității clinice ale acestui produs s-a concluzionat că:
  - ◆ Optimizarea produsului autohton prin împletirea fibrelor, va face acest produs nu numai competitiv pe piață, dar, după părerea noastră, chiar superior din punct de vedere estetic față de produsele din fibre de polietilenă deja existente.
  - ◆ Testele clinice vor trebui continuate prin experimente pe termen mediu pe cazuri clinice, utilizând ca martor un produs deja consacrat pe piața materialelor stomatologice, urmărindu-se rezistența mecanică în timp a acestor reconstrucții în condițiile din cavitatea orală, precum și biocompatibilitatea materialului de ranforsare.
4. Analiza spectrofotometrică și prelucrarea statistică a datelor obținute ne-au permis aprecierea translucidenței produsului elaborat comparativ cu produsul Belle-Glass HP armat cu fibre de polietilenă. Valorile indicilor de translucență calculați au condus la următoarele concluzii:

- ◆ Translucidența este influențată de compoziția materialului (tipul rășinii; dimensiunea, cantitatea și distribuția particulelor de umplutură; diferența dintre indicii de refracție ai matricii rășinice și ai particulelor de umplutură), obținând valori semnificativ diferite între cele două materiale testate.
  - ◆ Atât fibrele de sticlă, cât și cele de polietilenă, cresc translucidența componentei dentină a materialului respectiv, dar fibrele de sticlă determină o creștere mai mare a valorii indicelui de transparență, ceea ce poate fi benefic pentru aplicații în zona frontală.
  - ◆ Fibrele de sticlă nu conferă o translucidență exagerată, translucidența materialului experimental cu fibre de sticlă fiind în continuare mult mai scăzută decât a smalțului aceluiași material.
5. Evaluarea *in vitro* a capacității de etanșare a diferitelor combinații de materiale utilizate pentru cimentarea restaurărilor compozite indirecte prin aprecierea microinfiltrației marginale a relevat următoarele:
- ◆ Percolarea marginală asociată cimentului dual polimerizabil în asociere cu sistemul adeziv gravare și spălare în 3 timpi a fost cea mai redusă, la nivelul interfeței dinte-ciment.
  - ◆ Sistemele de cimentare care implică tehnica gravare și spălare reprezintă modul cel mai fiabil de realizare a unei bune adaptări marginale la nivelul smalțului în cazul cimentării fațetelor compozite.
  - ◆ Simplificarea protocoalelor de lucru ale sistemelor adezive determină o manipulare facilă de către practicieni, dar nu pot îmbunătăți efectiv calitatea închiderii marginale, obținându-se în acest studiu cea mai redusă sigilare la nivelul interfeței dinte-ciment.
6. Sunt necesare studii clinice bine conduse, pe termen mediu și lung pentru a putea elucidă cu adevărat succesul și problemele unui anumit material restaurativ. În limitele studiului nostru clinic, care a urmărit, comparativ, comportamentul clinic pe termen mediu de 37.5 luni a 4 materiale compozite de laborator s-a constatat că:
- ◆ Rata de succes a fost bună pentru toate materialele aplicate, fără diferențe semnificative între ele.
  - ◆ Dintre diferitele tipuri de restaurări, eșecurile cele mai frecvente au fost la inlay-uri și onlay-uri urmate de coroanele unitare și respectiv de punțile din RDC ranforsate cu fibre sau cu schelet metalic.
  - ◆ Complicațiile cele mai frecvente au fost fractura în masa RDC sau delaminarea de pe fibrele de ranforsare sau de pe scheletul metalic, majoritatea complicațiilor apărând la dinții laterali.
7. Stomatologia contemporană și viitorul acesteia sunt orientate în primul rând spre estetică, domeniu în care ceramica și materialele compozite sunt în concurență, cele din urmă, nespunându-și încă ultimul cuvânt.

### ***Bibliografie selectivă***

1. Ferracane Jack L. Resin composite - State of the art, Dental Materials 2011;27:29-38.
2. Ruyter IE, Sjovik Kleven IJ - Monomers and filler content of resin-based crown and bridge material. Dent Mater J 1987;3:315-321.
3. Craig`s. Restorative Dental Materials. 13<sup>th</sup> Edition. Philadelphia: Elsevier Mosby; 2012. p. 175-182.
4. McCabe JF, Walls AWG. Applied dental materials. 9th ed. Oxford:Blackwell Publishing Ltd; 2008. p. 196-216.
5. Asmussen E, Peutzfeldt A. Influence of UDMA, BisGMA and TEGDMA on selected mechanical properties of experimental resin composites. Dent Mater 1998;14:51-56.
6. Weinmann W, Thalacker C, Guggenberger R. Siloranes in dental composites. Dental Materials 2005;21:68-74.
7. Românu M, Bratu D. Materiale Dentare: Noțiuni teoretice și aplicații clinice. Timișoara (RO): Ed. Brumar; 2003. p. 187-207.
8. Nandini S. Indirect resin composites. J Conserv Dent. 2010;13(4):184-194.
9. Borzea D, Nicola C, Sava S, Delean Ada, Moldovan M., Prejmorean C, Furtoș G, Colceriu A. Chemical composition and properties of dental biocomposites used as restoratives materials and as pit and fissure sealants. Clujul Medical 2004; LXXVII(1):121-127.
10. Terry DA, Touati B. Clinical Considerations for Aesthetic Laboratory-Fabricated Inlay/Onlay Restorations: A Review. Pract Proced Aesthet Dent 2001;13(1):51-58.
11. Dietschi D, Scampa U, Campanile G, Holz J. Marginal adaptation and seal of direct and indirect Class II composite resin restorations: An *In vitro* evaluation. Quintessence Int 1995; 26: 127-38.

12. Behr M, Rosentritt M, Faltermeier A, Handel G. Electron beam irradiation of dental composites. *Dent Mater* 2005;21:804–10.
13. Kim SH, Watts DC. Effect of glass-fiber reinforcement and water storage on fracture toughness (KIC) of polymer-based provisional crown and FPD materials. *Int J Prosthodont* 2004;17:318–322.
14. Subir D, Wundera SL, McCoolb JI, Baranc GR. Silane treatment effects on glass/resin interfacial shear strengths. *Dental Materials* 2003; 19: 441–448.
15. Meric G, Dahl JE, Ruyter IE. Physicochemical evaluation of silica-glass fiber reinforced polymers for prosthodontic applications. *Eur J Oral Sci* 2005; 113: 258–264.
16. Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dent Mater* 2006;22:211-222.
17. Dyer SR, Lassila LV, Jokinen M, Vallittu PK. Effect of fiber position and orientation on fracture load of fiber-reinforced composite. *Dent Mater* 2004;20:947–955.
18. van Heumena CCM, Kreulena CM, Bronkhorst EM, Lesaffrec E, Creugersa NHJ. Review: Fiber-reinforced dental composites in beam testing. *Dental Materials* 2008; 24:1435–1443.
19. Woo ST, Yu B, Ahn JS, Lee YK. Comparison of translucency between indirect and direct resin composites. *Journal of Dentistry* 2008;36:637–642.
20. Paravina RD, Westland S, Johnston WM and Powers JM. Color Adjustment Potential of Resin Composites. *J Dent Res* 2008;87(5):499-503.
21. O'Brien WJ, Fan PL, Groh CL. Color differences coefficients of body-opaque double layers. *Int J Prosthodont* 1994;7:56-61.
22. Ikeda T, Sidhu SK, Omata Y, Fujita M, Sano H. Color and translucency of opaque-shades and body-shades of resin composites. *European Journal of Oral Science* 2005;113:170–3.
23. Hill EE, J Lott. A clinically focused discussion of luting materials. *Australian Dental Journal* 2011;56:(1 Suppl): 67–76.
24. Hikita K, Van Meerbeek B, De Munck J et al. Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. *Dent Mater* 2007;23(1):71-80.
25. Sano H, Takatsu T, Pahley DH et al. Nanoleakage: leakage within the hybrid layer. *Oper Dent* 1995;20(1):18-25.
26. Crim GA, Garcia Godoy F. Microleakage: the effect of storage and cycling duration. *J Prosth Dent* 1987;57:574–6.
27. Mangani F., Cerruti A., Putignanone A., Bollero L, Madini L. Clinical approach to anterior adhesive restorations using resin composite veneers. *The European Journal of esthetic dentistry* 2007;2(2):28-50.
28. De Munck et al. A Critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res* 2005;84(2):118-132.
29. Van Meerbeek B et al. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Operative Dentistry* 2003;28(3):215-235.
30. Nicola C, Sava S, Dudea D, Bondor CI, Șoancă A, Colceriu L, et al. Influence of adhesive systems composition on dual-cured resin cements. *Journal of Optoelectronics and Biomedical Materials* 2009;1(4): 331 – 337.
31. Behr M, Rosentritt M, Sikora MI, Karl P, Handel G. Marginal adaptation and fracture resistance of adhesively luted glass fibre–composite reinforced molar crowns with different inner crown surfaces. *J Dent* 2003;31:503–508.
32. ADA Council on Scientific Affairs. Direct and indirect restorative materials. *J Am Dent Assoc* 2003;134:463-472.
33. Ryge G. Clinical criteria. *Int Dent J* 1980;30:347-358.
34. Raj V, Macedo G, Ritter A, Swift E. Longevity of posterior composite restorations. *J Esthet Restor Dent* 2007;19:3-5.
35. Rammelsberg P, Spiegl K, Eickemeyer G. Clinical performance of metal-free polymer crowns after 3 years in service. *J Dent* 2005;33(5):517-23.
36. Ohlmann B., Dreyhaupt J., Schmitter M., Gabbert O. Clinical performance of posterior metal-free polymer crowns with and without fiber reinforcement. One-year results of a randomized clinical trial. *J Dent* 2006;34(10):757-82.
37. Ohlmann B, Gruber R, Eickemeyer G, Rammelsberg P. Optimizing preparation design for metal-free composite resin crowns. *J Prosthet Dent* 2008;100(3):211-9.

**UNIVERSITY OF MEDICINE AND PHARMACY  
„IULIU HAȚIEGANU” CLUJ-NAPOCA**

Abstract of the PhD thesis

**Using of indirect composite resins for restoration of dental morphology and  
reduced edentulous spaces**

**Scientific advisor: Prof. Dr. Radu Septimiu Câmpian**

**Doctoral candidate: Sorina Andrea Sava**

**Cluj-Napoca 2012**

# CONTENTS

<b>INTRODUCTION</b>	11
<b>CURRENT STAGE OF KNOWLEDGE</b>	13
<b>1. Composite resins for indirect restorations</b>	15
1.1. General aspects	15
1.2. Composition of indirect composite resins	16
1.2.1. Resins	16
1.2.2. Inorganic filler	20
1.2.3. Coupling agents	22
1.3. Classification of composite resins	23
1.4. Properties of indirect composite resins	23
1.4.1. Mechanical properties	24
1.4.2. Wear resistance	25
1.4.3. Thermal properties	25
1.4.4. Water sorption and solubility	26
1.4.5. Optical properties	27
1.4.6. Marginal adaptation and microleakage	27
1.4.7. Surface properties	27
1.4.8. Biocompatibility	27
1.5. Indications and advantages of indirect composite resins	28
1.5.1. Indications	28
1.5.2. Advantages	29
<b>2. Evolution of composites used in the indirect technique</b>	31
2.1. First generation of indirect composite resins	31
2.2. Second generation of indirect composite resins	32
2.2.1. Structure and composition	32
2.2.2. Polymerization techniques	32
2.2.2.1. Nitrogen atmosphere	32
2.2.2.2. Soft start	33
2.2.2.3. Light and heat applied simultaneously	33
2.2.2.4. Electron beam irradiation	33
2.3. Current indirect composite resin systems	34
2.4. Fiber reinforcement	35
2.4.1. Classification of glass fibers used for reinforcement of dental composites	36
2.4.2. The influence of fiber on resin matrix	37
2.4.3. Mechanical properties of fiber-reinforced composites	39
2.4.3.1. Flexural modulus	39
2.4.3.2. Flexural strength	40
<b>PERSONAL CONTRIBUTIONS</b>	41
<b>3. Elaboration and testing of a fiber-reinforced composite, applicable in prosthetic dentistry</b>	43
3.1. Introduction	43
3.2. Elaboration of the fiber reinforced composite (FRC)	43
3.2.1. Objective	43
3.2.2. Material and method	44
3.2.3. Results and discussions	46
3.2.4. Conclusions	49
3.3. Experimental testing of the glass fiber reinforcing component	50
3.3.1. Objective	50
3.3.2. Experimental study of water sorption	50
3.3.2.1. Material and method	50
3.3.2.2. Results and discussions	52
3.3.3. Determination of flexural strength and flexural modulus	54
3.3.3.1. Material and method	55
3.3.3.2. Results and discussions	58
3.3.4. Conclusions	63
3.4. Evaluation of biocompatibility	63
3.4.1. Objective	63
3.4.2. Material and method	64
3.4.3. Results and discussions	65
3.4.4. Conclusions	69
3.5. Appreciation of the clinical applicability of the elaborated material	70
3.5.1. Objective	70
3.5.2. Material and method	70
3.5.3. Results and discussions	72

3.5.4. Conclusions	75
<b>4. In vitro study of the translucency of certain indirect composite materials</b>	77
4.1. Introduction	77
4.2. Objective	78
4.3. Material and method	78
4.4. Results	81
4.5. Discussions	88
4.6. Conclusions	91
<b>5. In vitro evaluation of the quality of the luting of some composite restorations</b>	93
5.1. Introduction	93
5.2. Objective	94
5.3. Material and method	94
5.4. Results	107
5.5. Discussions	115
5.6. Conclusions	123
<b>6. Clinical trial regarding the usage and the performance in time of 4 different laboratory composite materials, used in the restoration of dental morphology and reduced edentulous spaces</b>	125
6.1. Introduction	125
6.2. Objective	125
6.3. Material and method	126
6.4. Results	132
6.5. Discussions	139
6.6. Conclusions	140
<b>7. GENERAL CONCLUSIONS</b>	143
<b>BIBLIOGRAPHY</b>	147

**Key-words:** Laboratory processed composite resins; Fiber-reinforced composite; Translucency; Microleakage.

The PhD thesis « *Using of indirect composite resins for restoration of dental morphology and reduced edentulous spaces* » is structured in two main parts: state of the art and personal contributions.

The state of the art comprises general aspects concerning the composition, characteristics, indications and evolution of the composite resins for direct restorations, as well as general information regarding the possibilities of reinforcing them with fibers.

The second part, personal contribution, comprises research regarding the following objectives:

- ✓ Elaboration and experimental testing of a local composite resin reinforced with glass fibers.
- ✓ Appreciation of the general effects on translucency given by two different types of fiber-reinforcing.
- ✓ Evaluation of the marginal sealing capacity of the different types of cement used to fixate integral composite restorations
- ✓ Comparative evaluation of clinical performances of indirect composite restorations of different materials.

The thesis is structured in 7 chapters to which, the introduction and the bibliography (202 citations) are added.

**Chapter 1** “Composite resins for indirect restorations”

**Chapter 2** “Evolution of composites used in the indirect technique”

**Chapter 3** “Elaboration and testing of a fiber-reinforced composite, applicable in prosthetic dentistry”

**3.1. Introduction.** Resin reinforcement with fibers, for obtaining substructures of integral polymeric restorations, represents one of the main goals in dental prosthetics, keeping in mind the fact that by

arming with fibers, clinical indications are extended from unitary restorations to fixed partial prosthesis.

### **3.2. Elaboration of the fiber reinforced composite (FRC)**

*Objectives.* FRC represents a relatively new group of materials. Keeping in mind that, at present time, there is no local product of this nature on the market, I decided that the approach of this subject, together with the researchers of the Polymeric composites Department of Chemical Research Institute „Raluca Ripan” (ICCR), Cluj-Napoca will constitute an interesting subject in our country.

*Material and method.* According to the proposed scientific objectives, a documentary study on glass fiber reinforced composites was done.<sup>73, 74, 75, 76</sup>

FRC, unlike particle-filled composites, are characterized by fiber filling, meaning that the first step consisted of *choosing the glass fibers for unidirectional reinforcing*.

Glass fibers coded EC15-300-P500 (SC FIROS- Bucharest) were chosen:

E	type of glass
C	continuous filament
15; 16	diameter of the monofilament
1200; 2400	length density – wire finesse (tex)
P500	ancoling solution code FIROS

Projecting and elaboration of the resin model for the impregnation consisted of preliminary tests regarding establishing viscosity and optimal composition of the resin. As a result of these tests, 3 probes of different composition resins were elaborated. Impregnation was done through manual impregnation technology. Qualitative appreciation of the impregnation capacity of the resins was done through electronic microscopy.

*Conclusions.* Probe analysis through electronic microscopy evidenced the fact that superior oligomers Bis GMA<sub>0.2</sub> represent the component with the best adherence to the tested glass fibers. Following data analysis from previous experiments, we were able to elaborate an experimental fiber reinforced composite with 2 components: glass fibers under the form of roving type EC15-300-P500 from which, by unifying 7, respectively 14 clusters of wires, roving types with 2100, respectively 4200 tex were obtained. Also, the second component – impregnation resin – represented by the mixture of superior oligomers Bis-GMA<sub>0.2</sub> and dilution monomer, triethylene glicol dimetacrilat (TEGDMA), were obtained.

In order to initiate resin polymerization in experimental FRC materials, the photochemical system (CQ) was used. By obtaining a high degree of conversion of the monomers after polymerization, the tested materials underwent a thermo-baro-polymerization treatment (135<sup>0</sup>C, 60 psi in nitrogen atmosphere, 20 minutes).

This reinforcing component was chosen and will be characterized regarding chemical, mechanical, biological and clinical properties in the following phases of research.

### **3.3. Experimental testing of the glass fiber reinforcing component**

*Objective.* The purpose of this study is to test the glass reinforced composite product in terms of mechanical, chemical and biochemical properties. These are amongst the most important properties of dental materials, international norms imposing certain values for these characteristics.

*Material and method.* In the case of testing chemical and mechanical properties, starting from the elaborated armed composite, 8 different groups were investigated in regard to composition of the impregnation resin or the quantity of reinforcing fibers. In order to collect evidence and test material properties, protocols imposed by international norms (ISO 4049/2000) were followed.

*Results and discussions.* Values of water sorption obtained for the series of composites elaborated is within limits requires by ISO 4049/2000, that is lower than 40 µg/mm<sup>3</sup>, with the sole exception of FRC<sub>1(7)</sub> composite. This value can be explained by the fact that the impregnation resin has a high content of dilution monomer (TEGDMA) which has a relatively hydrophilic character and a reduced quantity of arming fibers.

Values of the mechanical resistances obtained for the 4 series of FRC materials were exceptionally high, reaching values of over 600Mpa for the flexural strength, values surpassing the limits required by ISO (100MPa).

*Conclusions.* On the basis of analytical studies and mechanical tests, the best outcome was selected, which is fiber reinforced composite coded FRC3<sub>(14)</sub>. The two components of this material are: impregnation resin consisting of superior oligomer mix Bis-GMA<sub>0.2</sub> (60%) and TEGDMA (40%) and respectively, glass fibers represented by 1 cluster of roving fibers coded EC 15 - 4200 - P500 (14 roving fibers clusters coded EC 15 - 300 - P500).

### **3.4. Evaluation of biocompatibility**

*Objective.* The purpose of the study consists of evaluation of the degree of compatibility through implantation tolerance test for the elaborated reinforcing fiber that was selected as being according to the physical, chemical and mechanical parameters imposed by international standards.

*Material and method.* The experiment was done at the laboratory of the biobasis of „Iuliu Hatieganu” Medicine and Pharmacy University, Cluj-Napoca under the supervision of Dr. Septimiu Toader and Prof. Dr. O. Rotaru, using a subcutaneous implant, respectively intramuscular implant of 2 lots of guinea pig (Dania) and rats (Wistar). The lots were maintained in standard conditions and supervised for 21 days. They were euthanized and microscopic and histological examinations of the implantation areas were performed.

*Results and discussions.* Postoperatory, all the subjects behaved normally, healing of the operatory wound occurred per primam. There were no signs of rejection, sensibility or loss of mobility at the implantation site, all the animals behaving normally on the duration of the experiment. The histological exam of the tissue situated in contact with the implanted substance did not show toxic effect (necrose) or exudative inflammatory effect (suppuration).

*Conclusions.* On this basis, one can state that the tested product is well tolerated when in contact with living tissues, as it is the case of the conjunctive subcutaneous and muscular tissues.

### **3.5. Appreciation of the clinical applicability of the elaborated material**

*Objectives.* In this study, I pursued certain properties and characteristics that must be considered when selecting a product for clinical use.

*Materials and methods.* The elaborated material was used for the substructure of integral polymeric restorations. The restoration composite was also an experimental local product (ICCRR). In order to test the clinical behavior of the material, I made 20 preparations for fiber reinforced composite esthetic restorations. The technical stages coincided with stages in making esthetic restorations using Belle-Glass NG<sup>®</sup> (Kerr), considering the similarity in composition of the two materials. All the preparations were made in vitro as the aspects tested were manipulation properties, esthetic aspect and marginal adaptation.

*Results and discussions.* Because the fibers are not braided, there is a certain difficulty in their application close to the preparation. In the first moment when trying to adapt the fibers, they easily come off and only by repeatedly applying the moulding agent, the whole cluster of fibers can be attached to the preparation.

Restorations maintained their esthetical aspect in the tested time (6 months in artificial saliva), macroscopically, by direct inspection. There were no modifications of the anatomical form of the restorations caused by dissolution of the material in the oral medium.

In the case of glass fibers, even if their thickness is higher, they are easily covered by the composite and they are not visible after the final mechanical conditioning. This aspect constitutes a major advantage, as an excessive preparation of the tooth is not needed for the reinforcing fiber not to be visible from underneath the composite.

Marginal adaptation of the restorations, observed on the simulator, is comparable to the restorations in Belle-Glass HP and fiber Construct. After adaptation of the glass fibers on the model, restorations have good marginal adaptation, visible by direct inspection.



*Conclusions.* Resolving technological problems through braiding of the fibers will make this product not only competitive on the market, but also, in our opinion, superior esthetically to polyethylene products existent. Further testing must be pursued on clinical cases on a medium term.

**Chapter 4** “In vitro study of the translucency of certain composite materials used for indirect restorations”

*Objective.* The purpose of this study was determining the translucency of an indirect local and experimental resin when compared to a composite resin already existing on the market. The study also wanted to compare the effect that two types of fibers have on translucency.

*Material and method.* We examined two composite resins that are used in dental prosthetics which present the possibility of being reinforced with fibers: a composite experimental resin produced by ICCRR (CA composite A)(glass fibers) and an established brand (BG; belleGlass NG, Kerr Corporation)(polyethylene fibers). The method of polymerization of the two composites taken in consideration for the study were identical, the type of polymerization being a combined one: photo-, thermo- and baro-polymerization .

We used the shade A3 and we formed three groups from each material in the state that they were provided by the producer. The three types, in the case of belleGlass were: enamel (BGs), opaque dentin (BGd) and opaque dentin with fibers (BGdf). In the case of the experimental composite the three groups were: enamel (CAs), dentin (CAAd) and dentin with fibers (CAdf). For each material we created 10 disc-shaped specimens ( $\varnothing=20$  mm, thickness: 2mm).

The specimens that were obtained were investigated under ultraviolet spectrums and under the visible spectrum (UV-VIS). Parameters were originally established on the glossy side of the probe (exposed to the flux of light) and then on the matte surface of the specimens (polymerized after the probe was taken out of the matrix). The measured parameters:  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , were used to calculate the translucency parameter (TP).

All data were statistically analysed using the t-Student test at a significance level  $p < 0.05$ .

*Results and discussions.* The t-Student test revealed significant statistical differences between the translucencies of the two composites. These differences were observed for both types of surfaces, glossy or matt, not only for the enamel specimens, but also for the dentin component ( $p < 0.001$ ). The differences that occurred are the result of the different configurations of the two compounds. There exists a strong interdependence between the chemical composition and the optical properties of dental composites which is implicitly correlated with the esthetic element (visual opacity of translucency).

When comparing the enamel specimens with the dentin ones, in the case of the same composite (BGd with BGs and CAAd with CAs), we were able to observe a value at least 4 times higher for the TP for enamel, on both surfaces. The result, linked to various other studies<sup>96,113,123</sup> in the field, represents a favorable aspect, especially when taking into consideration the fact that, in order to emulate the structure of a natural tooth, the color of the prosthetic restorations made from composite resins is reproduced by applying a layer of composite enamel, translucent enough, over the dentin composite.

In order to measure the influence of different types of fibers (group BGdf polyethylene or glass CAdf) on the translucency of the dentin specimens, the groups CAdf-Cad and BGdf-BGd were compared. We subsequently noted significant statistical differences between the dentin groups and the fiber groups ( $p < 0.001$ ).

Although both types of fibers determined an increase in translucency, we remarked a doubling of the TP value in the case of glass fibers, whereas polyethylene fibers produced only a reduced increase of the value of the mentioned parameter. The accentuated increase of the TP value in the case of glass fibers comes as a result of the fact that the glass fibers used to reinforce composite resins have a certain translucency of their own. These reinforced composites have to be later light cured to produce the structure and this is why they can become even more translucent.

*Conclusions.* Both glass fibers and polyethylene fibers increase the translucency of the dentin-type composite, but the glass fibers increase more this value of translucency index. This study shows that there are differences of translucency values for different components of the same material (enamel and dentin), fact that helps the dentist at matching the color of the restoration with the natural tooth and with the various dental materials, all with different translucencies.

**Chapter 5** “*In vitro* evaluation of the quality of the luting of some composite restorations”

*Objective.* The prosthodontic restoration longevity is highly dependent on the quality of the luting. We examined the marginal sealing capacity of different types of dental cements used for composite restorations luting, by the means of marginal microleakage.

*Material and method.* For this study we have prepared 100 human extracted permanent teeth for veneers. The preparations were done on the labial side of the crown and the limits of the preparations were only in enamel. After the dental lab realized the veneers (in BelleGlass NG), the teeth were randomly distributed in 5 groups (n=20), accordingly to the luting procedure used. (table 1)

Table 1. Distribution of teeth groups according to the luting material used.

<b>Group</b>	<b>Luting cement</b>	<b>Adhesive system</b>
<b>I</b>	Resin modified glass ionomer (GC Fuji Plus, GC)	
<b>II</b>	Self-adhesive/self-etch cement with dual setting (Maxcem, Kerr)	
<b>III</b>	Dual setting resin cement (Nexus NX3, Kerr)	3 steps etch and rinse (Optibond FL (Kerr))
<b>IV</b>		2 steps etch and rinse (OptiBond Solo Plus (Kerr))
<b>V</b>		one-step self-etch (All in One (Kerr))

The restored teeth were subjected to thermal test, then were immersed in a basic fuxine solution (0.5%, 24h). In order to examine the marginal microleakage, we have cut 1.5 mm thick slices in a labial- palatal plane, at the middle of the mesio-distal length of the veneer. The specimens were analyzed by an optical microscope (OlympusKC301, Olympus America Inc.) and the quantitative evaluation of the microleakage was made using a special software, that measured the length (µm) of fuxine leakage along the interface tooth/cement and cement/ veneer. The values were compared to the total length of the interfaces, in order to obtain the proportion of the microleakage.

Finally, the average for each group was calculated, Id and If, and the results were statistically analyzed using t-Student test (p<0.05).

*Results and discussions.* The optical microscope revealed, for most of the restorations, the presence of the fuxine microleakage, in different degrees, at the tooth/cement interface: the highest average value of the infiltration (in percentage) was encountered for the GV, and the lowest value for GIII.

We have observed that the infiltration at the tooth/cement interface had a significantly lower value for the Group II than for the Group I (p=0.0001). There are also statistically significant differences regarding the microleakage of the specimens of GI, where we have used a resin modified glass ionomer cement, compared to other groups, where we used resin cements with adhesive systems (p<0.05).

When we compared the groups in which the resin cements were used for luting the veneers, the statistic tests have shown significant differences of infiltration proportion between the Group II and Groups III (p=0.003) and V (p=0.001). Concerning the length of microleakage, we have observed a higher value for the group that used the self-etching/self adhesive resin cement than for the GIII

(358±400.1 versus 51.1±84.2)(p=0.004) and a lower value compared to the GV (2023±1917 versus 358±400.1 for the Group II). Between the groups II and IV we have not observed statistically significant differences.

For the comparison of groups where the resin cement was used for luting and only the adhesive system was different, the t-Student test revealed significantly reduced infiltration for the Group III (average 0.009±0.01).

At the interface veneer/cement, the highest proportion of microleakage was observed for the Vth Group; the microleakage was totally absent for the 2<sup>nd</sup> Group (G II), the one where the self-etching/self-adhesive resin cement was used for luting.

*Conclusions.* Simplifying the work protocols with adhesive systems can help the clinicians to work easily, but cannot effectively improve the quality of marginal sealing, our study revealing the worse sealing at the tooth-cement interface. The quality of composite veneers luting can be negatively influenced by manipulation errors, in the case of resin modified glass ionomers (mixing errors can lead to a thick layer of cement or appearance of air bubbles in the mixed material). The results from this study regarding marginal leakage sustain the idea that, in general, the etch and rinse adhesives are the best for the luting of composite veneers.

**Chapter 6.** „Clinical trial regarding the usage and the performance in time of 4 different laboratory composite materials, used in the restoration of dental morphology and reduced edentulous spaces”

*Objective.* Evaluation of the clinical behaviour, between 1 and 5 years, of 4 composite resins, used in the indirect technique for: inlays, crowns and reduced fixed partial dentures, regarding the clinical case, with or without metal support or fiber reinforcement.

*Material and method.* Between 2003-2008 we examined a number of 127 patients, with ages between 20-68 years, who received a number of 270 prosthetic structures (155 crowns (PFU) and 115 fixed partial dentures(PPF)) made of the 4 composites.

The case selection focused on a series of common elements for all the prosthetic structures, but also on specific elements for each type of restoration. We established a detailed clinical protocol, regarding the manufacturing of the prosthetic structures, and for the restoration analysis we used the criteria of the United States Public Health Services (USPHS), modified for indirect restorations. With the help of VAS (Visual rating scales) were followed and evaluated other 3 parameters: aesthetic performance, functional performance and postoperative sensitivity.

The clinical evaluation was done at the baseline (day 0) and the re-evaluations were performed at 1 year, 2 years, 3 year and 4 year. Study dropout rate was 2.5%, so that we could finally analyse 270 indirect restorations for a mean duration of 37.5 months. Analysis of the results expressed as scores (Alpha, Bravo, Charlie) for modified USPHS criteria or scores from 0 to 10 for the aesthetic and functional performance, was achieved as percentage descriptive statistics.

*Results and discussions.* Our survey data showed a survival rate of 84.5% for inlays and onlays, 87.65% for single crowns and 89.6% for fixed partial dentures with 3 or maximum 4 elements.

Depending on the material, the success rate for a period of 37.5 months was: 86% for composite belleGlassHP, 90.2% for Estenia, 85.9% for Adoro and 88.24% for Ceramage, with no significant differences between the 4 materials. The most common complications were: fracture of the resin composite mass, delamination of the reinforcement fibers and of the metal structure.

In this study, the average aesthetic performance was maximum 9.3 for composite crowns without metal, followed by 9.02 for composite inlays. This result is comparable to the fiber reinforced composite fixed partial dentures (8.65), with no significant differences between the 4 materials. The fixed partial dentures with metal structure obtained the lowest scores: 6.5 in 3 years. The scores given by the examiners for the aesthetic and functional performance were lower than those of the patients, with an average of 7.65, with no significant differences between the 4 materials.

Post-cementation sensitivity, denoted by patients, was extremely rare. It was found at 8 clinical cases, (6.29% of patients) and respectively 5.55% fixed prosthetics, rated with a score of 2.5 on the pain scale (0=no pain and 10=extreme pain).

*Conclusions.* Our results showed a good success rate for all materials applied, without significant differences between them, which explains, to some extent, more frequent requests of these types of prosthetic structures.

## **Chapter 7. General conclusions**

1. Testing physicochemical and mechanical properties of the glass fiber-reinforced composite, newly developed at the Institute of Chemistry "Raluca Ripan" in Cluj, revealed the following:
  - Physicochemical and mechanical properties of fiber-reinforced composites are dependent on the amount of fiber reinforcement and the type of the impregnation resin used.
  - Based on analytical and physico-mechanical tests, the fiberglass reinforced composite code FRC3<sub>(14)</sub> was selected as the optimal variant, which has as components: impregnation resin with a composition of 60% higher oligomers mixture of Bis-GMA0-2 and 40% TEGDMA and 14 roving fiber bundles code EC 15-300 - P500.
2. Inoculation tests for the subcutaneous and intermuscular developed product, highlighted by histopathological examination, showed good tolerability, the implanted material did not produce any necrotizing nor inflammatory exudative effects.
3. After the first in vitro testing of clinical applicability of this product was concluded that:
  - Optimizing domestic product by braiding fibers, will make this product not only competitive on the market, but, in our opinion, even aesthetically superior to already developed polyethylene fiber based products.
  - Clinical trials will be continued through experiments on medium-term clinical cases using a witness product already established on the dental materials market, aiming both for long term mechanical strength of these reconstructions in the oral cavity and for the reinforcement material biocompatibility.
4. Spectrophotometric analysis and statistical processing of data obtained allowed us to assess translucency for the developed product versus HP Belle-Glass fiber reinforced polyethylene. The analysis of the translucency index values led to the following conclusions:
  - The translucency is influenced by the composition of the material (resin type; size, quantity and distribution of the filler particles; the difference between the refractive indices of the matrix and filler particles), resulting significantly different values for the two materials tested.
  - Both, fiber glass and polyethylene materials, increase the translucency of the dentine component, but fiber glass determines greater translucency index value, which can be beneficial for applications in the anterior teeth.
  - Fiber glass confers no excessive translucency, the translucency of the experimental fiber glass material is still much lower than the enamel of the same material.
5. In vitro evaluation of the sealing ability of different combinations of materials used for luting indirect composite restorations with marginal microleakage assessment revealed the following:
  - Marginal microleakage associated with dual cured luting cement in combination with a three step etch and rinse adhesive system was the lowest observed at the tooth-cement interface.
  - Cementing systems involving etch and rinse technique are the most reliable way of achieving better marginal adaptation to enamel level for cementing composite veneers.
  - Simplified working protocols for the adhesive systems can result in easy handling by practitioners, but cannot effectively improve the quality of marginal closure, resulting in the smallest sealing for the tooth-cement interface.
6. Well conducted clinical studies are needed in the medium and long term in order to elucidate the true success and problems of a particular restorative material. Within our clinical study, which aimed to

compare on a medium term of 37.5 months the clinical behavior of four laboratory composites it was concluded that:

- The success rate was good for all materials tested, without significant differences between them.
  - Of the various types of restorations, the most common failures were inlays and onlays followed by crowns and bridges made out of DRC reinforced with fiber or metal frame.
  - The most common complications were fractures in the DRC mass or delamination of the reinforcing fibers or of the metal frame, most complications occurring in posterior teeth.
7. Contemporary dentistry and its future are oriented primarily toward aesthetics, where the ceramic and composite materials are in competition, and the last one did not have their last word yet.

### Selective bibliography

1. Ferracane Jack L. Resin composite - State of the art, Dental Materials 2011;27:29-38.
2. Ruyter IE, Sjøvik Kleven IJ - Monomers and filler content of resin-based crown and bridge material. Dent Mater 1987;3:315-321.
3. Craig's Restorative Dental Materials. 13<sup>th</sup> Edition. Philadelphia: Elsevier Mosby; 2012. p. 175-182.
4. McCabe JF, Walls AWG. Applied dental materials. 9th ed. Oxford:Blackwell Publishing Ltd; 2008. p. 196-216.
5. Asmussen E, Peutzfeldt A. Influence of UDMA, BisGMA and TEGDMA on selected mechanical properties of experimental resin composites. Dent Mater 1998;14:51-56.
6. Weinmann W, Thalacker C, Guggenberger R. Siloranes in dental composites. Dental Materials 2005;21:68-74.
7. Românu M, Bratu D. Materiale Dentare: Noțiuni teoretice și aplicații clinice. Timișoara (RO): Ed. Brumar; 2003. p. 187-207.
8. Nandini S. Indirect resin composites. J Conserv Dent. 2010;13(4):184-194.
9. Borzea D, Nicola C, Sava S, Delean Ada, Moldovan M., Prejmerean C, Furtoș G, Colceriu A. Chemical composition and properties of dental biocomposites used as restorative materials and as pit and fissure sealants. Clujul Medical 2004; LXXVII(1):121-127.
10. Terry DA, Touati B. Clinical Considerations for Aesthetic Laboratory-Fabricated Inlay/Onlay Restorations: A Review. Pract Proced Aesthet Dent 2001;13(1):51-58.
11. Dietschi D, Scampa U, Campanile G, Holz J. Marginal adaptation and seal of direct and indirect Class II composite resin restorations: An *In vitro* evaluation. Quintessence Int 1995; 26: 127-38.
12. Behr M, Rosentritt M, Faltermeier A, Handel G. Electron beam irradiation of dental composites. Dent Mater 2005;21:804-10.
13. Kim SH, Watts DC. Effect of glass-fiber reinforcement and water storage on fracture toughness (KIC) of polymer-based provisional crown and FPD materials. Int J Prosthodont 2004;17:318-322.
14. Subir D, Wundera SL, McCoolb JI, Baranc GR. Silane treatment effects on glass/resin interfacial shear strengths. Dental Materials 2003; 19: 441-448.
15. Meric G, Dahl JE, Ruyter IE. Physicochemical evaluation of silica-glass fiber reinforced polymers for prosthodontic applications. Eur J Oral Sci 2005; 113: 258-264.
16. Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. Dent Mater 2006;22:211-222.
17. Dyer SR, Lassila LV, Jokinen M, Vallittu PK. Effect of fiber position and orientation on fracture load of fiber-reinforced composite. Dent Mater 2004;20:947-955.
18. van Heumena CCM, Kreulena CM, Bronkhorst EM, Lesaffrec E, Creugersa NHJ. Review: Fiber-reinforced dental composites in beam testing. Dental Materials 2008; 24:1435-1443.
19. Woo ST, Yu B, Ahn JS, Lee YK. Comparison of translucency between indirect and direct resin composites. Journal of Dentistry 2008;36:637-642.
20. Paravina RD, Westland S, Johnston WM and Powers JM. Color Adjustment Potential of Resin Composites. J Dent Res 2008;87(5):499-503.
21. O'Brien WJ, Fan PL, Groh CL. Color differences coefficients of body-opaque double layers. Int J Prosthodont 1994;7:56-61.
22. Ikeda T, Sidhu SK, Omata Y, Fujita M, Sano H. Color and translucency of opaque-shades and body-shades of resin composites. European Journal of Oral Science 2005;113:170-3.
23. Hill EE, J Lott. A clinically focused discussion of luting materials. Australian Dental Journal 2011;56:(1 Suppl): 67-76.
24. Hikita K, Van Meerbeek B, De Munck J et al. Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. Dent Mater 2007;23(1):71-80.
25. Sano H, Takatsu T, Pahley DH et al. Nanoleakage: leakage within the hybrid layer. Oper Dent 1995;20(1):18-25.
26. Crim GA, Garcia Godoy F. Microleakage: the effect of storage and cycling duration. J Prosth Dent 1987;57:574-6.
27. Mangani F., Cerruti A., Putignanon A., Bollero L, Madini L. Clinical approach to anterior adhesive restorations using resin composite veneers. The European Journal of esthetic dentistry 2007;2(2):28-50.

28. De Munck et al. A Critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res* 2005;84(2):118-132.
29. Van Meerbeek B et al. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Operative Dentistry* 2003;28(3):215-235.
30. Nicola C, Sava S, Dudea D, Bondor CI, Șoancă A, Colceriu L, et al. Influence of adhesive systems composition on dual-cured resin cements. *Journal of Optoelectronics and Biomedical Materials* 2009;1(4): 331 – 337.
31. Behr M, Rosentritt M, Sikora MI, Karl P, Handel G. Marginal adaptation and fracture resistance of adhesively luted glass fibre–composite reinforced molar crowns with different inner crown surfaces. *J Dent* 2003;31:503–508.
32. ADA Council on Scientific Affairs. Direct and indirect restorative materials. *J Am Dent Assoc* 2003;134:463-472.
33. Ryge G. Clinical criteria. *Int Dent J* 1980;30:347-358.
34. Raj V, Macedo G, Ritter A, Swift E. Longevity of posterior composite restorations. *J Esthet Restor Dent* 2007;19:3-5.
35. Rammelsberg P, Spiegl K, Eickemeyer G. Clinical performance of metal-free polymer crowns after 3 years in service. *J Dent* 2005;33(5):517-23.
36. Ohlmann B., Dreyhaupt J., Schmitter M., Gabbert O. Clinical performance of posterior metal-free polymer crowns with and without fiber reinforcement. One-year results of a randomized clinical trial. *J Dent* 2006;34(10):757-82.
37. Ohlmann B, Gruber R, Eickemeyer G, Rammelsberg P. Optimizing preparation design for metal-free composite resin crowns. *J Prosthet Dent* 2008;100(3):211-9.