

ȘCOALA DOCTORALĂ

REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

Studiul calităților fizico-chimice ale materialelor de sigilare cu conținut de fluor

Student doctorand **Daniela Aionesă (Cornea)**

Coordonator Științific Prof.dr. **Radu Oprean**

CLUJ-NAPOCA, 2016



UMF
UNIVERSITATEA DE
MEDICINĂ ȘI FARMACIE
IULIU HAȚIEGANU
CLUJ-NAPOCA

CUPRINS

INTRODUCERE	15
STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII	
1. Factorii determinanți ai bolii carioase și posibilitățile de control ale acestora	19
1.1. Microorganismele bacteriene	19
1.2. Structura fizico- chimică a dintelui	20
1.3. Igiena oro- dentară	21
2. Metode de prevenire a cariei dentare din fisuri și fosete	23
2.1. Odontomia profilactică	23
2.2. Tratamentele chimice	23
2.3. Sigilarea dentară	23
3. Materiale utilizate ca sigilanți dentari	25
3.1. Cianoacriilații	25
3.2. Compozitele	25
3.3. Cimenturile glass-ionomer	28
3.4. Cimenturile glass-ionomer modificate cu rășină	29
3.5. Compomerii	29
3.6. Ormocerii	30
4. Proprietățile materialelor de sigilare	31
4.1. Proprietăți chimice	31
4.1.1. Introducerea și eliberarea ionului de fluorură	31
4.1.1.1. Fluorul în sigilanții bazați pe rășini compozite	31
4.1.1.2. Fluorul în sigilanții bazați pe cimenturi glass-ionomere	32
4.1.2. Introducerea altor substanțe în sigilanții dentari	33
4.2. Proprietăți fizice	34
4.2.1. Proprietăți fizico- chimice ale materialelor de sigilare	34
4.2.1.1. Adeziunea la smalț a materialelor de sigilare	34
4.2.1.2. Contractia la polimerizare	35
4.2.1.3. Vâscozitatea	35
4.2.1.4. Absorbția de apă și solubilitatea	35
4.2.2. Proprietăți optice ale materialelor de sigilare	36
4.2.3. Proprietăți mecanice ale materialelor de sigilare	36
4.2.3.1. Rezistența la compresiune și forfecare	36
4.3. Avantajele și dezavantajele materialelor de sigilare	37
5. Alte materiale utilizate ca sigilanți dentari	39
5.1. Compozitele flow și nanocompozitele	39

5.2. Tetrafluorura de titaniu 4% (TiF4)	39
5.3. Sigilanți ART (atraumatic restorative treatment)	40
CONTRIBUȚIA PERSONALĂ	
1. Ipoteza de lucru/obiective	43
2. Metodologie generală	45
2.1. Studii in vitro	45
2.2. Studiu prospectiv	45
2.3. Studiu clinic	45
3. Studiul 1- Studiul materialelor de sigilare privind absorbția de apă și solubilitatea	47
3.1. Introducere	47
3.2. Ipoteza de lucru/obiective	48
3.3. Material și metodă	48
3.4. Rezultate	50
3.5. Discuții	54
3.6. Concluzii	55
4. Studiul 2 - Studiu comparativ al materialelor de sigilare privind cantitatea de ioni de fluor eliberată	57
4.1. Introducere	57
4.2. Ipoteza de lucru/obiective	57
4.3. Material și metodă	58
4.4. Rezultate	60
4.5. Discuții	60
4.6. Concluzii	62
5. Studiul 3 - Studiul stabilității coloristice a materialelor de sigilare	63
5.1. Introducere	63
5.2. Ipoteza de lucru/obiective	63
5.3. Material și metodă	64
5.4. Rezultate	65
5.5. Discuții	69
5.6. Concluzii	71
6. Studiul 4 - Determinarea frecvenței, materialelor și tehnicilor de sigilare, din județul Cluj, România	73
6.1. Introducere	73
6.2. Ipoteza de lucru/obiective	73
6.3. Material și metodă	73
6.4. Rezultate	76
6.5. Discuții	78

6.6. Concluzii	80
7. Studiul 5 - Comportamentul clinic al sigilanților dentari	81
7.1. Introducere	81
7.2. Ipoteza de lucru/obiective	82
7.3. Material și metodă	82
7.4. Rezultate	85
7.5. Discuții	89
7.6. Concluzii	91
8. Concluzii generale	93
9. Originalitatea și contribuțiile inovative ale tezei	95
REFERINȚE	97
ANEXE	105

CUVINTE-CHEIE: materiale de sigilare, compozite, cimenturi glass-ionomer, compomeri, absorbție de apă și solubilitate, eliberare de fluor, stabilitate cromatică, comportament clinic.

Referințe: 144

INTRODUCERE

Caria dentară este o boală cronică, care afectează țesuturile dure ale dintelui, începând cu structurile anorganice și continuând cu matricea organică, leziunea având un traseu progresiv spre țesutul moale, pulpar al dintelui.

Sigilarea dentară este metoda de profilaxie a cariei dentare, care, alături de obiceiuri alimentare sănătoase și de igiena orală acționează pasiv pe factorul microbial al bolii. Aceasta constă în aplicarea unui material fluid, denumit sigilant, care aderă la șanțurile și fosetele dinților, împiedicând pătrunderea bacteriilor și a produșilor lor de metabolism la acest nivel, și astfel formarea acizilor și debutul leziunilor carioase.

Materialele dentare sunt un domeniu în continuă dezvoltare și înnoire. În lucrarea prezentă, ideea de a studia sigilanții dentari a pornit de la importanța acestei clase de materiale, asociată cu realizarea unui astfel de material, autohton, la Institutul de Chimie "Raluca Ripan" din Cluj-Napoca. S-a urmărit analiza din punct de vedere fizico-chimic, optic, dar și clinic în comparație cu alte materiale comerciale.

1. Factorii determinanți ai bolii carioase și posibilitățile de control ale acestora

1.1. Microorganismele bacteriene

Reducerea plăcii bacteriene se realizează prin utilizarea mijloacelor de igienă oro-dentară, a produselor cu fluor, printr-o alimentație sănătoasă cu consum de fructe și legume, alimente dure, care au rol în curățirea mecanică a dinților și în stimularea secreției salivare, și evitarea dulciurilor rafinate, a celor lipicioase și a sucurilor artificiale, acidulate.

1.2. Structura fizico-chimică a dintelui

Pentru îmbunătățirea structurilor dentare se utilizează fluorurile în diferite forme farmaceutice: geluri, soluții, dentifrice (aplicări topice), dar și tablete, sare, apă, pâine, lapte, fluorizate (aplicări generale). Incorporarea acestora în structura smalțului, cu apariția cristalelor de fluorapatită are un rol semnificativ în creșterea rezistenței la atacul acid și la apariția cariei. Efectul cariostatic al fluorului se manifestă prin:

- Înlocuirea grupărilor de hidroxiapatită cu fluorapatită, mai rezistente la atacul acid;
- Inițierea remineralizării leziunilor carioase incipiente în smalț și dentină;
- Inhibarea metabolismului plăcii muco-bacteriene prin scăderea glicogenolizei, modificarea permeabilității membranei celulei bacteriene, acidifierea mediului intracelular bacterian și inhibarea sintezei de polizaharide.

Fluorizările împreună cu sigilarea dinților au conferit efect profilactic împotriva cariilor mai bun decât terapia cu fluor ca metodă unică de prevenție.

1.3. Igiena orală

O igienă orală completă se realizează prin mijloace standard, periuță și pastă, dar și prin mijloace auxiliare: mătase dentară, apă de gură, scobitori, dușuri bucale. Atât periuțele manuale soft cât și cele electrice, utilizate corect, asigură îndepărtarea adecvată a plăcii muco-bacteriene și previn apariția cariilor și gingivitelor asociate.

2. Metode de prevenire a cariei dentare din fisuri și fosete

2.1. Odontotomia profilactică

2.2. Tratamentele chimice

2.3. Sigilarea dentară

Tabel I. Indicațiile și contraindicațiile sigilării

Criteriu	Indicații	Contraindicații
Vârsta dintelui	Recent erupt	Dinte integru la 4 sau >4 ani de la erupție
Tipul de dinte	Molar	Premolar, doar dacă riscul carios este crescut
Morfologia ocluzală	Șanțuri și fosete adânci, înguste și retentive (Y, I, IK)	Șanțuri și fosete largi, autoigienizabile (U, V)
Statusul suprafețelor proximale	Neafectate de carie	Cariate
Activitatea carioasă	Multe carii ocluzale, puține	Multe carii proximale

generală	carii proximale
Alte măsuri preventive	Pacienți care primesc terapie cu fluor sistemic sau topic și încă prezintă carioactivitate

3. Materiale utilizate ca sigilanți dentari

Un pas important în evoluția materialelor dentare, și implicit a sigilanților dentari îl constituie testarea demineralizării smalțului cu o substanță acidă, înainte de aplicarea materialului (Buonocore 1955) (10). Tot atunci a fost introdus și primul sigilant, Nuva-Seal® (L.D. Caulk), aprobat de ADA, comercializabil din februarie 1971, împreună cu sursa UV de fotopolimerizare, Caulk Nuva Lite și cu inițiatorul polimerizării.

3.1. Cianoacrilatii

3.2. Compozitele

Sigilanții bazați pe rășini compozite constituie cea mai mare proporție a produselor existente pe piață la ora actuală. Au fost utilizați începând cu anul 1978, de Simonsen, sub denumirea de restaurare preventivă cu rășini. Aceștia sunt alcătuiți din următoarele componente:

a. Faza lichidă organică;

Reprezintă 45-55% din masa totală, fiind alcătuită din monomeri de bază (circa 35%): bis-GMA (Bis fenol A-glicidil metacrilat, Bowen 1962), sau 2,2-bis(4-(2-metoxi-3-metacrililoxipropoxi)fenil)propan sau UDMA (uretan dimetacrilat), monomeri de diluție (circa 15%): TEGMA (Trietilenglicol metacrilat), HDDMA (Hexandiol dimetacrilat), HEMA (Hidroxietil metacrilat), sisteme de inițiere, acceleratori și inhibitori de polimerizare, stabilizatori UV, alți aditivi (antioxidanți).

b. Faza solidă anorganică;

Reprezintă 55-45% și este compusă din umpluturi anorganice, dioxid de siliciu sau cuarț.

c. Agentul de cuplare (silan), care realizează legătura dintre faza organică și cea anorganică.

3.3. Cimenturile glass-ionomer

Cimenturile glass-ionomer sau cimenturile polialkenoice, conform terminologiei ISO, sunt alcătuite din următorii constituenți:

a. Un homo- ori copolimer al acidului acrilic;

Poliacidul copolimer poate conține acid itaconic, maleic, mesaconic sau alți acizi nesaturați.

b. O sticlă calciu (sodiu)- fluoro- alumino-silicată;

c. Apă, ca mediu de reacție;

d. Acid tartaric, pentru îmbunătățirea proprietăților de manipulare și de priză.

Glass-ionomerii au început a fi utilizați ca **materiale de sigilare** în 1974 de Wilson și McLean, iar în 1986 de Garcia-Godoy sub denumirea de restaurare preventivă.

3.4. Cimenturile glass- ionomere modificate cu rășină

3.5 Compomerii

3.6 Ormocerii

4. Proprietățile materialelor de sigilare

4.1. Proprietăți chimice

Introducerea și eliberarea ionului de fluorură se realizează la toate materialele de sigilare moderne, de generația a patra.

La rășini, fluorura poate fi introdus prin două metode: adădire de sare fluorurată sau schimb anionic cu un compus organic cu fluor. Ionii hidroxil și clorură din smalț, înlocuiesc ionul de fluorură din materialul de sigilare. Astfel, fluorul eliberat va fi inclus în structurile dure ale dintelui și va favoriza procesul de remineralizare a smalțului demineralizat.

În sigilanții bazați pe cimenturi ionomer de sticlă, fluorurile reprezintă componentul major al pulberii de sticlă și extrasă corect de poliacid va cristaliza sub formă de fluorură de calciu sau fluorină (CaF_2), dar în același timp va elibera o cantitate mare de ioni, în timpul reacției de priză. Două mecanisme au fost propuse prin care ionul de fluorură poate fi eliberat: dizolvare de la suprafața cimentului în soluție (reacție rapidă), cu eliberare crescută de fluorură; difuziune din masa cimentului (reacție lentă), cu eliberare mai scăzută, dar constantă de ioni de fluorură.

Eliberarea de fluorură în cantitate crescută contribuie la reducerea nivelului de microorganisme posibil rămase în interiorul fisurilor și este cea mai semnificativă proprietate profilactică a sigilanților bazați pe CIS. Se produce astfel remineralizarea petelor cretoase. Chiar dacă materialul se pierde, un strat subțire de glassionomer eliberator de fluor rămâne atașat de pereții fisurilor. Astfel este izolat de bacterii substratul nutritiv al leziunilor carioase incipiente, dacă acestea există, și, datorită eliberării fluorului, problemele marginale și cariile avansate apar mai tarziu.

4.2. Proprietăți fizice

Proprietățile fizice ale sigilanților dentari sunt multiple. Dintre acestea, mai importante sunt: vâscozitatea, contracția la polimerizare, adeziunea la smalț, modulul de elasticitate, rezistența la compresiune și forfecare, absorbția de apă și solubilitatea, timpul de priză, stabilitatea coloristică. Aceste proprietăți sunt în interdependență strânsă unele de altele, vâscozitatea condiționând contracția la polimerizare. La fel, modulul de elasticitate influențează rezistența la compresiune și forfecare, iar absorbția de apă-adeziunea la smalț și proprietățile optice ale materialului.

4.3. Avantajele și dezavantajele materialelor de sigilare

Avantajele rășinilor compozite:

- Aderă mecanic, prin demineralizare acidă la smalțul dentar (neregularități în smalț de 5- 30 μm), asigurând retenția, infiltrarea marginală redusă și întărirea structurii dentare restante;
- Stabilitate coloristică;
- Materialul face priză în 10-20 secunde;

- Materialul își păstrează aceeași vâscozitate, pe toată perioada pătrunderii lui în porii smalțului demineralizat.

Ultimele trei avantaje aparțin sigilanților fotopolimerizabili.

Dezavantajul major al rășinilor compozite este contracție la polimerizare, cu apariția infiltrării marginale și a cariilor secundare.

Avantajele principale ale cimenturilor glass-ionomer sunt:

- Legatură fizico- chimică cu smalțul și cu dentina;
- Biocompatibilitate;
- Eliberare de fluoruri;
- Ușurință în manipulare, datorită eliminării fazei de demineralizare.

Dezavantajele cimenturilor glass-ionomer:

- Retenție inferioară sigilanților bazați pe rășini compozite;
- Rezistență scăzută în zonele supuse direct solicitărilor masticatorii;

Avantajele materialelor hibride:

Cimenturile glass-ionomer modificate cu rășină, compomerii, ormocerii caută să îmbunătățească avantajele materialelor din care provin, îmbinând retenția și rezistența mai bună a rășinilor cu eliberarea de fluoruri mai crescută a CIS.

5. Alte materiale utilizate ca sigilanți dentari

5.1. Compozitele flow și nanocompozitele

5.2. Tetrafluorura de titaniu 4% (TiF4)

5.3. Sigilanți ART (atraumatic restorative treatment)

CONTRIBUȚIA PERSONALĂ

Obiectivul principal al acestei lucrări îl constituie identificarea unui material de sigilare cât mai performant. Astfel s-au realizat comparații între materialul Fotoseal®, produs la Institutul de Chimie "Raluca Ripan", din Cluj-Napoca și alte materiale de sigilare comerciale.

Studiile au fost realizate la Catedra de Propedeutică Dentară și Estetică, din cadrul Facultății de Medicină Dentară, a Universității de Medicină și Farmacie, "Iuliu Hațieganu", Cluj-Napoca și la Institutul de Cercetări în Chimie, "Raluca Ripan" din Cluj-Napoca. Studiul prospectiv a fost realizat cu sprijinul Colegiului Medicilor Dentiști din Cluj-Napoca și a Departamentului de Sociologie a UMF Cluj-Napoca. Atât studiul prospectiv cât și cel clinic au fost aprobate de Comisia de Etică Medicală a UMF Cluj-Napoca.

Studiul 1- Studiu materialelor de sigilare privind absorbția de apă și solubilitatea

Obiectiv. Obiectivul acestui studiu a fost de a compara ratele de absorbție de apă și solubilitate a 4 materiale diferite: compozitele Fissurit FX (VOCO), Fotoseal (ICCR, Cluj-Napoca), glass-ionomerul Fuji Triage (Fuji) și compomerul Dyract Seal (Dentsply)

Materiale și metodă. Studiul a fost realizat prin utilizarea a 10 specimene din fiecare material (n=10), desiccate, cântărite, introduse în apă, apoi desiccate și cântărite din nou, la diferite perioade de timp. Absorbția de apă și solubilitatea au fost calculate după formulele:

$$W_{sp} = (m_2 - m_3) / V$$

$$S = (m_1 - m_3) / V$$

m₁- masa constantă a discului înainte de imersia în apă (μg);

m₂- masa discului după imersia în apă (μg);

m₃- masa constantă a discului desecat, după imersia în apă (μg);

V- volumul discului la masa constantă m₁ (mm³).

W_{sp}- absorbția de apă (water sorption)

S- solubilitatea (solubility)

Rezultate. Cea mai mare rată a absorbției de apă a fost prezentată de Fuji Triage, iar cea mai scăzută, de Fissurit FX. Valori intermediare au fost găsite pentru Fotoseal și Dyract Seal. Diferențe statistice semnificative (p ≤ 0,01) au fost găsite între toate materialele, prin comparații perechi, excepție făcând materialele Fissurit FX și Fotoseal, și deasemenea între zilele de măsurare (1,3,7,14).

Cea mai mare rată a solubilității a fost prezentată de Fuji Triage, în prima zi, apoi acest material a prezentat o scădere a solubilității în zilele 3 și 7 și o mică creștere în ziua 14. Cea mai redusă rată a solubilității a fost prezentată de materialul Fissurit FX. Diferențe statistice semnificative s-au găsit doar între Fissurit FX și Dyract Seal, și doar între zilele 3-14 și 7-14.

Concluzii. Se poate concluziona că nivelurile de absorbție de apă și solubilitate depind de tipul de material și de timpul de măsurare, astfel ipoteza nulă fiind infirmată.

1. Fissurit FX și Fotoseal, materiale fotopolimerizabile, bazate pe rășină bis-GMA au prezentat valori scăzute ale absorbției de apă și solubilității.
2. Glass-ionomerul Fuji Triage prezintă cele mai mari valori ale absorbției de apă în toate zilele de măsurare și ale solubilității în prima zi.
3. Dyract Seal, ciment glass-ionomer modificat cu rășină, prezintă valori intermediare ale absorbției de apă în toate zilele de măsurare și ale solubilității în prima zi. Diferențele față de rășini în privința solubilității devin statistice semnificative, în zilele 3,7 și 14.

Studiul 2- Studiu comparativ al materialelor de sigilare privind cantitatea de ioni de fluor eliberată.

Obiectiv. În acest studiu s-a căutat materialul cu cea mai mare și mai extinsă în timp cantitate de ioni de fluorură eliberați.

Materiale și metodă. Pentru eliberarea de fluor, probele au fost introduse timp de 24 de ore într-o soluție concentrată de TISAB III (Total ionic strength adjustment buffer), (HI 4010-06, Hanna Instruments, USA)- 5 ml și apă bidistilată (Simplicity UV, Water Purification System Millipore, USA)- 45 ml, în recipiente din polietilenă și menținute în

baie termostată la 37°C. Apoi au fost scoase, iar concentrația de anioni de fluorură (mV), eliberați de probe, în soluția respectivă, a fost măsurată cu electrodul selectiv de ioni fluorură (Combination Fluoride Electrode HI 4110, Hanna instruments), la 21°C. După fiecare măsurătoare, probele din fiecare material au fost plasate în același recipient de stocare, din polietilenă și menținută în baie termostată la 37°C, până la următoarea măsurătoare. Anterior, electrodul a fost calibrat utilizând o serie de soluții standard de concentrații cuprinse între 10^{-5} - 10^{-2} mol/L F-, cu ajutorul curbei de calibrare, concentrația anionilor de fluorură din fiecare material (mV) fiind transformată în moli de aici în parts per million (ppm).

Rezultate. Glass-ionomerul Fuji Triage a demonstrat cea mai crescută rată a eliberării de ioni de fluorură. Cea mai mare cantitate de ioni de fluorură a fost eliberată în prima zi. Valori intermediare au fost găsite pentru Dyract Seal și Fissurit FX și cea mai mică valoare pentru Fotoseal.

Concluzie. Rezultatele acestor prime studii s-au corelat foarte bine, în sensul că solubilitatea crescută a materialului de sigilare glass-ionomer, Fuji Triage s-a regăsit în eliberarea de fluor crescută în prima zi de la nivelul acestui material.

Studiul 3. Studiul stabilității coloristice a materialelor de sigilare

Obiectiv. În acest studiu s-a cercetat dacă există diferențe între parametrii culorii la materialele de sigilare.

Materiale și metodă. Acest studiu a inclus 25 de eșantioane din 3 materiale de sigilare diferite, cărora li s-a evaluat culoarea cu ajutorul unui spectrofotometru, atât înainte cât și după imersarea în diferite soluții colorate. Cu ajutorul unui spectrofotometru (VITA Easyshade Advance, VITA, Bad Säckingen, Germania) s-au înregistrat parametrii culorii, conform sistemului CIE L^* (luminozitatea), a^* (cromatica pe axa roșu-verde), b^* (cromatica pe axa galben-albastru), pe un fond gri. Variația parametrilor de culoare L^* , a^* , b^* a fost calculată ca diferență între valorile inițiale și cele înregistrate la 24h (ΔL_1^* , Δa_1^* , Δb_1^*), 7 zile (ΔL_2^* , Δa_2^* , Δb_2^*) și 14 zile (ΔL_3^* , Δa_3^* , Δb_3^*), pentru fiecare dintre cele trei materiale testate, imersate în cinci soluții de colorare. Diferența de culoare ΔE_{ab}^* între parametrii inițiali și cei înregistrați la 24h (ΔE_1^*), 7 zile (ΔE_2^*) și 14 zile (ΔE_3^*) a fost calculată utilizând formula :

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Rezultate. Cele mai mari diferențe de culoare (ΔE), raportate la intervalul de măsurare, le-a prezentat compomerul Dyract Seal, urmat de compozitul Fotoseal și cele mai mici diferențe de culoare le-a prezentat Fissurit FX, deasemenea compozit. În privința variației luminozității sau parametrului L^* , cea mai mare variație a prezentat-o materialul Dyract Seal, urmat de Fotoseal, cele mai mici diferențe ΔL prezentându-le Fissurit FX. Și în ceea ce privește parametrii a^* și b^* , cele mai mari diferențe de culoare le-a prezentat materialul Dyract Seal, urmat de materialul Fotoseal și Fissurit FX. Rezultatele sugerează o relație semnificativ statistică și între tipul de material și tipul de soluție de colorare, cele mai impresionante modificări fiind generate de băutura necarbogazoasă pentru copii, cu conținut de carmin, urmată de ceaiul de plante.

Concluzie. Deși s-au găsit diferențe statistic semnificative între materiale, în ceea ce privește parametrii culorii, semnificația clinică trebuie să fie corelată cu efectul cariopreventiv, deoarece sigilanții dentari nu au o importanță estetică, ci una profilactică.

Studiul 4. Determinarea frecvenței, materialelor și tehnicilor de sigilare, din județul Cluj, România

Obiectiv. Obiectivul acestui studiu a fost să comparăm statisticile obținute în județul Cluj cu cele din literatură.

Material și metodă. Studiul a fost realizat cu ajutorul unor chestionare, adresate unui număr de 175 de medici stomatologi din Cluj, și reprezintă un studiu de statistică descriptivă a metodelor de profilaxie a cariei, a materialelor folosite și nu în ultimul rând a tehnicilor de sigilare utilizate.

Rezultate. Rezultatele demonstrează că sigilarea dentară este o metodă utilizată și apreciată de 85,7% din medicii chestionați, materialele cel mai des folosite sunt compozitele dentare (86,7%), metoda de diagnostic de elecție a cariilor fisurale este inspecția și palparea (76%), metodele de izolare și de curățire a dintelui, cel mai des utilizate sunt ruloarele de bumbac (68,66%) și periajul profesional (74%). Un procent crescut de medici realizează prepararea mecanică a dintelui înainte de sigilare (69,33%) și deasemenea demineralizează suprafața ocluzală ≤ 30 secunde (59%). Iar 74% dintre medicii chestionați programează pacientul la control după 6 luni de la sigilare.

Concluzii. Sigilarea dentară este o metodă de profilaxie a cariei dentare importantă și utilizată de comunitatea medicilor clujeni. Cele mai utilizate material de sigilare în Cluj sunt bazate pe rășini compozite, cu vâscozitate redusă, urmate de cimenturile glass-ionomer.

Studiul 5. Comportamentul clinic al sigilanților dentari

Obiectiv. Ultimul studiu, de natură clinică investighează comportamentul materialelor din punct de vedere al efectului cariopreventiv, prin apariția cariei marginale și al retenției la nivelul fisurilor și fosetelor.

Materiale și metode. În studiu au fost incluși 15 pacienți copii, cu molari de 6 ani integri sau cu mici colorații ale suprafeței ocluzale, cărora li s-au realizat sigilări cu cele 4 materiale diferite, investigate apoi la 6 și 12 luni postsigilare. Au fost utilizate compozitele Fissurit FX (VOCO), Fotoseal (ICCR, Cluj-Napoca), glass-ionomerul Fuji Triage (Fuji) și compomerul Dyract Seal (Dentsply). Sigilările s-au realizat conform specificațiilor producătorului, după periaj profesional, fără pastă, izolare cu ruloare de bumbac și aspirator de salivă. Materialele au fost fotopolimerizate cu o lampă LED Woodpecker (Guilin Woodpecker Medical Instrument Co., Ltd), timp de 30 de secunde. După priza materialului, ocluzia s-a examinat cu ajutorul hârtiei de articulație și surplusul de material a fost îndepărtat cu instrumente rotative și polipanturi.

Metoda de lucru a fost **examinarea directă**, prin inspecție și palpate și **examinarea la microscopul electronic de baleaj (SEM)**, prin metoda replicării.

Sigilările **examine direct** au primit trei scoruri, de la 1 la 3, în funcție de retenția materialului și apariția cariei, astfel:

- material complet păstrat, fără carie secundară- scorul 1 (MC)
- material incomplet păstrat, fără carie secundară- scorul 2 (MI)
- material incomplet sau complet, cu carie secundară- scorul 3 (CS).

Atât sigilările cât și examinările postsigilare au fost realizate de un singur medic.

Pentru **examinarea la microscopul electronic** s-au realizat amprente cu silicon de adiție, hidrofili, în două consistențe, Elite® P&P, în portamprente segmentare, metalice, pe zona de interes- suprafața ocluzală a molarului de 6 ani. Replicile au fost realizate de către un tehnician, din gips extradur, de clasa a IV-a, GC FujiRock, strict la nivelul acestor zone. Replicile din gips au fost acoperite cu un strat subțire de atomi de aur cu grosimea de aprox. 3 – 5 nm, apoi probele au fost examinate la microscopul electronic de baleiaj Jeol JSM 25S (Jeol, Japonia), la o tensiune de accelerare de 15 kV și la mărimi diferite (de 45x, 70x, 100x, 150x, 200x, 450x).

Rezultate. Rezultatele acestui studiu prezintă diferențe statistic semnificative între ratele de retenție a materialelor Fotoseal, produs de Institutul de Chimie „Raluca Ripan” din Cluj-Napoca și glass-ionomerul Fuji Triage, la 12 luni. Imaginile de **microscopie electronică** prezintă închiderea marginală și minusurile de material imediat postsigilare, dar și la 6 și 12 luni.

Concluzii. Diferențele statistic semnificative nu indică neapărat o diferență clinic semnificativă între materiale.

Imaginile de microscopie electronică pot face diferențe mai nete între materiale și timpii de examinare.

Concluzia generală a tezei

Este greu de făcut o apreciere care material de sigilare este mai performant. Totuși compozitele dentare au câștigat cel mai mult teren, în cadrul acestei lucrări, și între compozite, materialul Fotoseal, produs de Institutul de Cercetări în Chimie, „Raluca Ripan” din Cluj-Napoca s-a dovedit un material eficient, cu calități fizico-chimice deosebite.

SUMMARY OF PhD THESIS

The study of pit and fissure sealants with fluorine content concerning their physicochemical properties

PhD student **Daniela Aionesă (Cornea)**

PhD Scientific Coordinator **Prof.dr. Radu Oprean**

CLUJ-NAPOCA, 2016



UMF
UNIVERSITATEA DE
MEDICINĂ ȘI FARMACIE
IULIU HAȚIEGANU
CLUJ-NAPOCA

CONTENT

INTRODUCTION

ACTUAL STATE OF THE ART

1. Determinant factors of dental decay disease and the possibilities of controlling these factors
 - 1.1. Bacterial factor
 - 1.2. Physicochemical structure of the tooth
 - 1.3. Oral hygiene
2. Prophylaxis methods of fissure dental caries
 - 2.1. Prophylactic odontomy
 - 2.2. Chemical treatments
 - 2.3. Dental sealing
3. Dental materials used as pit and fissure sealants
 - 3.1. Cyanoacrylate
 - 3.2. Composite resins
 - 3.3. Glass-ionomer cements
 - 3.4. Resin-modified glass-ionomer cements
 - 3.5. Compomers
 - 3.6. Ormocers
4. Properties of pit and fissure sealants
 - 4.1. Chemical properties
 - 4.1.1. Fluoride content and release
 - 4.1.1.1. Fluorine in pit and fissure sealants based on composite resins
 - 4.1.2. Other substances introduced in pit and fissure sealants
 - 4.2. Physical properties
 - 4.2.1. Physicochemical properties of pit and fissure sealants
 - 4.2.1.1. Enamel adhesion
 - 4.2.1.2. Polymerisation shrinkage
 - 4.2.1.3. Viscosity
 - 4.2.1.4. Water sorption and solubility
 - 4.2.2. Optical properties of pit and fissure sealants
 - 4.2.3. Mechanical properties of pit and fissure sealants
 - 4.2.3.1. Compression and shear resistance
 - 4.3. The advantages and disadvantages of pit and fissure sealants
5. Other materials used as pit and fissure sealants
 - 5.1. Flowable composites and nano-composites

5.2. Titanium tetra-fluoride 4% (TiF₄)

5.3. ART sealants (a-traumatic restorative treatment)

PERSONAL CONTRIBUTION

1. Main objective
2. Methodology
3. 1st Study. Study of pit and fissure sealants concerning water sorption and solubility
4. 2nd Study. Comparative study of pit and fissure sealants concerning their capacity of releasing fluoride ions
5. 3rd Study. Study of pit and fissure sealants concerning their colour stability
6. 4th Study. The use of dental sealing in Cluj, România- frequency, materials and technique. A questionnaire study
7. 5th Study. Clinical behaviour of pit and fissure sealants
8. General conclusion of the thesis
9. Originality and innovative contribution

REFERENCES

Keywords: pit and fissure sealants, composite resins, glass-ionomer cements, compomers, water sorption, solubility, fluoride release, clinical behaviour

References: 144

INTRODUCTION

Dental caries is a chronic disease, that affects the hard tissues of the tooth, starting with its anorganic structures and continuing with its organic matrix, the lesion having a progressive path towards dental pulp.

Dental sealing is the prophylaxis method, that together with oral hygiene and healthy food habits is acting on the bacterial factor of this disease. This method consists in applying a fluid material, called sealant on the tooth's occlusal surface, a material that adheres to pits and fissures, preventing bacterial penetration and their metabolism products at this level and thus preventing acids formation and the debut of caries lesions.

Dental materials represent a field that develops and renews continuously. In this research work, the idea of studying pit and fissure sealants started from the importance of these materials class, associated with making a kind of pit and fissure sealants at "Raluca Ripan" Institute of Chemical Research, in Cluj-Napoca. We aimed to analyse this material from a physico-chemical, optical, but also a clinical point of view and to compare it with other commercial dental sealants.

1. Determinant factors of dental decay disease and the possibilities of controlling these factors

1.1. Bacterial factor

The reduction of dental plaque is done by applying dental hygiene methods, dental products with fluorine, by having healthy food habits, with fruits and vegetables, that are roughage food and play a role in mechanically cleaning the teeth by stimulation of salivary glands and by avoiding rafined and sticky sweets and artificial sodas.

1.2. Physico-chemical structure of the tooth

For improving tooth structures, one uses fluorides, in different pharmaceutical forms, as gels, solutions, dentifrices (topical applications), but also tablet drugs, salt, water, bread, milk, all fluorised (systemic applications). Incorporation of fluorides in the enamel structure, with fluorapatite crystal formation, has an important role in increasing the resistance of the enamel against acid attack and to progression of dental caries. Cariostatic effect of fluorine is visible by:

- Replacement of hydroxyapatite groups with fluorapatite ones, more resistant to acid attack;
- Initiation of small enamel and dentin lesions, remineralisation;
- Inhibition of bacterial plaque metabolism, by reducing glycogenolysis, by modifying the permeability of bacterial cell membrane, by acidification of bacterial intracellular environment and inhibition of polysaccharide synthesis.

Fluoridation, together with dental sealing had a better preventive effect against dental caries, than the fluoride therapy as single prophylaxis method.

1.3. Oral hygiene

A complete oral hygiene is realized by standard means, toothbrush and toothpaste, but also by auxiliary means: dental floss, mouthwash, dental toothpicks, oral spray. Manual toothbrushes, as well as electrical ones remove dental plaque adequately and prevent caries development and associated gingivitis.

2. Prophylaxis methods of fissure dental caries

2.1. Prophylactic odontomy

2.2. Chemical treatments

2.3. Dental sealing

Table I. Indications and contraindications of dental sealing

Criteria	Indications	Contraindications
Age of tooth	Recently erupted	Tooth free from decay at 4 or >4 years from eruption
Type of tooth	Molar	Premolar, only if carious risk is high
Occlusal morphology	Deep, narrow and	Large, self- cleaning pits

	retentive pits and (Y, I, IK and fissures (U, V shapes)	
The state of the proximal surfaces	Free from decay	With decay
General carious activity	A lot of occlusal decays, a few proximal decays	A lot of proximal decays
Other preventive measures	Patients who receive fluoride therapy and still have carious activity	

3. Dental materials used as pit and fissure sealants

An important step in the evolution of dental materials and dental sealants as well is represented by testing the demineralization of the enamel with an acid substance, before application of the material (Buonocore, 1955) (10). In the same time, the first pit and fissure sealant was introduced Nuva-Seal® (L.D. Caulk), approved by ADA, commercialized from February 1971, together with UV curing unit, Caulk Nuva Lite and the initiator of polymerization.

3.1. Cyanoacrylates

3.2. Composite resins

Dental sealants based on composite resins represent the biggest amount of the existing products. They had been used starting from 1978, by Simonsen, the method being named preventive resin restoration. These are made of the following components:

a. Organic phase (liquid)

It represents 45-55% of the total weight, consisting of base monomers (about 35%): bis-GMA (Bis phenol A-glycidyl methacrylate, Bowen 1962), sau 2,2-bis(4-(2-methoxy-3-metacryloyloxypropoxy)phenyl)propane sau UDMA (urethane dimethacrylate), dilution monomers (about 15%): TEGMA (Triethylglycol methacrylate), HDDMA (Hexandiol dimethacrylate), HEMA (Hydroxyethyl methacrylate), initiation systems, curing accelerators and inhibitors, UV stabilizers and other additives (antioxidants).

b. Inorganic Phase (solid)

It represents 55-45% of the total weight and it is made of inorganic fillings, silicone dioxide and quartz.

c. Coupling agents (silane), that connects organic and inorganic phase.

3.3. Glass-ionomer cements

Glass-ionomer cements or polyalkenoic cements, according to ISO terminology, are made of the following constituents:

a. Homopolymer or copolymer of acrylic acid

The copolymer acid may contain itaconic acid, mesaconic acid, or other unsaturated acids

b. Calcium (sodium)-fluoro-alumino-silicate glass

c. Water, as reaction medium

d. Tartaric acid, for improving handling and setting

Glass-ionomer cements started being used as pit and fissure sealants in 1974 by Wilson and McLean, and in 1986 by Garcia-Godoy, under the name of preventive restoration

- 3.4. Resin-modified glass-ionomer cements
- 3.5. Compomers
- 3.6. Ormocers

4. Properties of pit and fissure sealants

4.1. Chemical properties

Fluoride content and release. Each modern dental sealant, from 4th generation, contains fluoride.

To composite resins, fluoride can be introduced by two methods: addition of fluorised salt or anionic exchange with an organic compound containing fluorine. Hydroxyl and chloride ions from the enamel are replacing fluoride ions from the sealant. In this way, released fluoride ions will be included in the hard structures of the tooth and will favour the re-mineralization of the de-mineralized enamel.

In dental sealants based on glass-ionomer cements, fluorides represent the major component of the powder glass and extracted correctly by the poly-acid will crystallize forming calcium fluoride or fluorine (CaF_2), but in the same time it will release a high quantity of ions, during the setting reaction. Two mechanisms had been suggested, by which the fluoride ion can be released: dilution from the cement surface (quick reaction), with fluoride high rate of release; diffusion from the cement mass (slow reaction), with lower but constant fluoride release.

The high rate of fluoride release contributes in reducing the level of bacteria in pits and fissures and represents the most significant prophylactic property of sealants based on CIS. This way the remineralisation of the white spots takes place. Even if the material is being lost, a thin layer of fluoride releasing glass-ionomer cement remains attached by the fissure walls. In this way the nutritive underlayer of incipient carious lesions is isolated from the bacteria, if existing, and due to fluoride release the marginal problems and the deep caries will appear later.

4.2. Physical properties

There are multiple physical attributes of dental sealants. Among these, the most important are: viscosity, polymerisation shrinkage, enamel adhesion, elasticity modulus, resistance to compression and shear, water sorption and solubility, setting time, color stability. These properties are tightly related one to another with the viscosity conditioning the polymerisation shrinkage. Similarly, the elasticity modulus influences the resistance to compression and shear while the water sorption acts on enamel adhesion and chromatic stability.

4.3. The advantages and disadvantages of pit and sealants

The advantages of composite resins:

- Mechanical adhesion by acid demineralization of dental enamel (5- 30µm irregularities in enamel), assuring retention, low marginal leakage and enforcing the tooth structure.
- Colour stability.
- The setting time is 10-20 seconds
- The material keeps the same viscosity, during its penetration into the pores of the de-mineralized enamel.

The last three advantages belong to the photo-curing sealants.

The major disadvantage of the composite resins is polymerization shrinkage, with marginal infiltration and secondary caries.

The main advantages of glass-ionomer cements are:

- Physical-chemical bound to enamel and dentin
- Bio-compatibility
- Fluoride release
- Ease in handling, due to the elimination of the de-mineralization phase

The disadvantages of glass-ionomer cements:

- Lower retention as compared to composite resins
- Lower resistance in the areas directly subject to masticatory forces

The advantages of hybrid materials:

Resin-modified glass-ionomer cements, compomers, ormocers are looking to improve the advantages of the materials they are resulting from, combining the superior retention and resistance of the composite resins with the higher fluoride release of the GICs.

5. Other materials used as pit and fissure sealants

- 5.1. Flowable composites and nano-composites
- 5.2. Titanium tetra-fluoride 4% (TiF₄)
- 5.3. ART sealants (a-traumatic restorative treatment)

PERSONAL CONTRIBUTION

The main objective of this research work is the identification of a high-performance sealing material. For this reason comparisons between Fotoseal material (produced at the “Raluca Ripan” Institute of Chemical Research in Cluj-Napoca) and several commercial sealing materials had been made.

The studies had been accomplished at the Dental Propaedeutics and Esthetics Department, from The Faculty of Dental Medicine in “Iuliu Hațieganu” University of Medicine and Pharmacy and at “Raluca Ripan” Institute of Chemical Research in Cluj-Napoca. The prospective study had been conceived with the support of the College of Dentists in Cluj-Napoca, The Department of Sociology at UMF. Both the prospective and the clinical studies have been approved by the Committee of Ethics of UMF Cluj-Napoca.

1st Study. Study of pit and fissure sealants concerning water sorption and solubility

Objective. The objective of this study was to compare the rates of water sorption and solubility for 4 different materials: two composite resins- Fissurit FX (VOCO) and Foseal (ICCRR, Cluj-Napoca), one glass-ionomer cement- Fuji Triage (Fuji) and one compomer- Dyract Seal (Densply).

Materials and method. This study was carried out by using 10 specimens (n=10) from each material, desiccated, then weighed, introduced in water, desiccated and weighed again at different periods of time. Water sorption and solubility were calculated according to the formulas:

$$W_{sp}=(m_2-m_3)/V$$

$$S=(m_1-m_3)/V$$

m₁- constant sample weight before immersion in water (μg)

m₂- sample weight after immersion in water (μg)

m₃- constant sample weight kept in a desiccator, after immersion in water (μg)

V- sample volume after a constant mass (m₁) was obtained (mm³)

W_{sp} – water sorption

S- solubility

Results. The highest water sorption rate was shown by Fuji Triage and the lowest one for Fissurit FX. Intermediate values were found for Foseal and Dyract Seal. Statistically significant differences (p ≤0,01) were found between water sorption rates of all materials through pairwise comparison, except for Fissurit FX and Foseal, and also between the measurement days (1,3,7,14).

The highest solubility rate was found for Fuji Triage in the first day, than there was a decrease of the solubility rate in the 3rd and 7th day, and another small enhancement in the 14th day. The smallest solubility rate was found for Fissurit FX. Statistically significant differences was found only between Fissurit FX and Dyract Seal, and only between days 3-14, 7-14.

Conclusions. It can be concluded that water sorption and solubility levels are depending on material type and time.

1. Resin-based sealants, Fissurit FX and Foseal, the local material, demonstrated low values of water sorption and solubility.
2. Fuji-Triage, glass-ionomer based material, showed the highest values of water sorption for each day of measurement and the highest value of solubility in the first day of measurement.
3. Dyract Seal, resin-modified glass-ionomer cement, showed intermediate values of water sorption for each day of measurement and just in the first day for solubility. Differences concerning solubility became statistically significant in day 3, 7 and 14.

2nd Study. Comparative study of pit and fissure sealants concerning their capacity of releasing fluoride ions

Objective. In this study we searched for the material that releases the highest and most extended, in time, quantity of released fluoride ions, by comparing the 4 materials analysed before.

Materials and method. For fluoride releasing, 10 samples from each material (n=10) have been introduced in a concentrated solution of TISAB III (Total ionic strength adjustment buffer), (HI 4010-06, Hanna Instruments, USA)- 5 ml and bidistilled water (Simplicity UV, Water Purification System Millipore, USA)- 45 ml, for 24h, in polyethylen recipients and maintained in a thermostatic bath at 37°C. They were removed and the fluoride anions concentration (mV), released by the specimens, had been measured with the selective fluoride ion-electrode (Combination Fluoride Electrode HI 4110, Hanna instruments), at 21°C. After each measurement (1,2+3,4 days), the samples from each material were placed in the same stocking recipient, made from polyetilene and kept in a thermostatic bath at 37°C, until the next measurement. Previously, the electrode had been calibrated with a number of standard-solutions with concentrations between 10^{-5} - 10^{-2} mol/L F⁻. Using the calibration curve, the fluoride anions concentration from each material (mV) was transformed in mols and parts per million (ppm).

Results. Fuji Triage glass-ionomer cement showed the highest rate of fluoride release. The biggest amount of fluoride ions in concentrated solution was found in the first day. Intermediate values were found for Dyract Seal and Fissurit FX, and the smallest value for Fotoseal.

Conclusions. The results of the first two studies correlated very well, meaning that high rate of Fuji Triage solubility in the first day was retrieved in the high percent of fluoride release from the same material, during the first day.

3rd Study. Study of pit and fissure sealants concerning their colour stability

Objective. In this study we researched if there are differences between colour parameters of pit and fissure sealants.

Materials and method. The study included 25 discs, from 3 different materials, that were evaluated from the colour point of view with a spectrophotometer (VITA Easyshade Advance, VITA, Bad Säckingen, Germany). In this way, the colour parameters from CIE system were registered: L*(the value), a*(the colour on red-green axes), b*(the colour on yellow- blue axes), on a grey background. The variation of the colour parameters L*, a*, b* was calculated as difference between the initial dates and the ones registered at 24h ($\Delta L1^*$, $\Delta a1^*$, $\Delta b1^*$), 7 days ($\Delta L2^*$, $\Delta a2^*$, $\Delta b2^*$) and 14 days ($\Delta L3^*$, $\Delta a3^*$, $\Delta b3^*$), for each of the 3 materials introduced in 5 different coloured solutions.

Colour difference ΔE_{ab}^* between the initial parameters and the ones registered at 24 hours ($\Delta E1^*$), 7 days ($\Delta E2^*$) si 14 days ($\Delta E3^*$) was calculated according to the formula:

$$\Delta E_{ab}^* = \Delta E_{ob}^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Results. The most important colour difference (ΔE), according to the time limit, were shown by compomer Dyract Seal, followed by Fotoseal, composite resin, and by Fissurit FX, having the smallest color difference (ΔE). Concerning the value, or L^* parameter, the most important variation was demonstrated by Dyract Seal, followed by Fotoseal, and the smallest variation ΔL was shown by Fissurit FX. Concerning a^* and b^* parameters, the highest differences were demonstrated by Dyract Seal, followed by Fotoseal and Fissurit FX. The results are suggesting a statistically significant relation ($p \leq 0,001$) between the material type and the coloured solution type, the most impressive modifications being generated by the uncarbonated drink for children, that contained the substance E120 or carmine, followed by the herbal tea.

Conclusions. Although we found significant differences between materials, concerning the colour parameters, the clinical significance must be very well correlated with the cariopreventive effect, because dental sealants do not have an esthetic importance, but a prophylactic one.

4th Study. The use of dental sealing in Cluj, România- frequency, materials and technique. A questionnaire study

Objective. The objective of this study was to compare the statistics obtained in Cluj with the ones from literature.

Material and method. The study was accomplished with the help of a questionnaire, that had been addressed to 175 doctors from Cluj and it represents a study of descriptive statistics of the decay prophylaxis method, materials used and sealing techniques.

Results. The results show that dental sealing is a method used and appreciated by 85,7% of the questioned doctors, the most used materials are composite resins (86,7%), the diagnostic method of choice for fissure decays is inspection and palpation (76%), the tooth isolation and cleaning methods are cotton rolls (68,66%) and professional tooth brushing (74%), A high percentage of the doctors are using mechanical preparation of the tooth before dental sealing (69,33%) and etch the occlusal surface ≤ 30 seconds (59%). And, finally 74% of the doctors call the patient back after 6 months for rechecking of the sealing.

Conclusions. Dental sealing is an important and used method of fissure decay in the community of doctors from Cluj. The most used pit and fissure sealants in Cluj are based on composite resins, with low viscosity, followed by glass-ionomer cements.

5th Study. Clinical behaviour of pit and fissure sealants

Objective. The last study, a clinical one, investigates the behaviour of the sealing materials from the point of view of the effect on caries, by secondary decay apparition and retention of the material to pits and fissures.

Materials and methods. In this study 15 children were included, with 6 year old molar free from decays, or with small discoloration of the occlusal surface. They received dental sealings with four different materials. These sealings were than investigated, after 6 and

12 months. We used the same dental sealants, the composite resins Fissurit FX (VOCO), Fotoseal (ICCRR, Cluj-Napoca), the glass-ionomer cement Fuji Triage (Fuji) and the compomer Dyract Seal (Dentsply). Sealings was done according to the manufacture's specifications, after professional tooth brushing, without paste, cotton rolls and aspiration. The materials were photo- cured with a LED Woodpecker lamp (Guilin Woodpecker Medical Instrument Co., Ltd) for 30 seconds. After setting, occlusion was examined with an indigo paper and the material surplus was removed with rotating instruments and rubber cones.

The investigation method was the **direct examination**, through inspection and palpation, and the **SEM microscopy examination**, through a replication technique.

The directly examined sealings received 3 scores, from 1 to 3:

- material completely preserved, without secondary decay -score 1
- material incomplete, without secondary decay- score 2
- material completely preserved or incomplete, with secondary decay- score 3.

The sealing procedure as well as the examination were done by the same doctor.

For SEM microscopy examination hydrophilic addition silicone impressions were achieved, in two consistencies, Elite® P&P, in metallic segmentary trays, on the interest area- occlusal surface of the 6 years old molar. The replicas were done from extrahard gypsum, class IV, GC FujiRock® by a dental technician, only at the level of the occlusal surface. Than, the replicas were covered with a layer of gold, 3-5 nm in thickness and were examined through SEM microscopy with an electronic scanning microscope Jeol JSM 25S (Jeol, Japan), at an acceleration tension of 15kV and at different magnifications (of 45x, 70x, 100x, 150x, 200x, 450x).

Results. The results of this study presents statistically significant differences between Fotoseal and Fuji Triage. SEM images show the marginal closure and gaps immediately after sealing and at 6 and 12 months.

Conclusions. Statistically significant differences do not represent clinical differences, by all means.

SEM microscopy is probably a better method of measuring material losts during time limit.

7. General conclusion of the thesis

It is hard to do a strict assessment of which material is better. Still, composite resins showed better performances in this research thesis, and among composites, Fotoseal material, produced by "Raluca Ripan" Institute of Chemical Research Institute, from Cluj-Napoca proved to be an efficient material, with special physico-chemical qualities.