



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI
ȘI PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRU



Fondul Social European
POSDRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



ORGANISMUL INTERMEDIAR
REGIONAL PENTRU POS DRU
REGIUNEA BUCUREȘTI ILFOV



Societatea de Stomatologie
Estetică din România

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013.
INVESTEȘTE ÎN OAMENII!

Prof. Dr. Constantin VÂRLAN
Prof. Dr. Bogdan DIMITRIU
Prof. Dr. Dragoș STANCIU
Conf. Dr. Ioana SUCIU
Ș.L. Dr. Lucian CHIRILĂ

Situația actuală a adeziunii la structurile dure dentare

Locul și rolul sistemelor adezive amelo-dentinare
în restaurările estetice din medicina dentară.



Ghid de adeziune
amelo-dentinară pentru
restaurări estetice dentare



Societatea de Stomatologie Estetică din România **SSER**[®]
Dedicată excelenței în estetica dentară

Alătură-te echipei SSER și te vei bucura de educație medicală continuă, gratuit!

Toți medicii stomatologi, membri ai SSER, care au cotizația achitată, se pot înscrie și pot participa nelimitat la cursurile organizate în cadrul proiectului DENT, în limita locurilor disponibile.

Restul condițiilor rămân neschimbate.

Pentru detalii privind înscrierea, vă rugăm să ne contactați la tel. 021.317.58.64 sau să accesați pagina web a societății.

www.sser.ro

CUPRINS

INTRODUCERE 3

ADEZIUNEA LA STRUCTURILE DURE DENTARE: O NECESITATE CLINICĂ ȘI PRACTICĂ 5

1. FENOMENUL DE ADEZIUNE – OBSERVAȚII GENERALE 6

1.1. Aspecte fizice privind adeziunea 6

1.2. Aspecte chimice privind adeziunea 7

1.3. Factori de care depinde fenomenul de adeziune 8

2. ASPECTE DE BAZĂ PRIVIND ADEZIUNEA LA STRUCTURILE DURE DENTARE 10

2.1. Adeziunea la smalț 11

2.2. Adeziunea la dentină 16

3. SISTEME ADEZIVE AMELO-DENTINARE 23

3.1. Date generale privind abordarea terapeutică a substratului 23

3.2. Aspecte specifice privind adezivii cu primeri autogrananți 31

3.3. Adezivi pe bază de cimenturi cu ionomeri de sticlă (CIS) 34

3.4. Faze critice pentru obținerea adeziunii în condiții clinice 35

4. CLASIFICAREA ȘI CARACTERISTICILE CLINICE ALE SISTEMELOR ADEZIVE AMELO-DENTINARE 43

4.1. Clasificarea după modul de acțiune (corelat cu abordarea terapeutică a DDR), în funcție de cronologia elaborării 44

4.2. Clasificarea după forma de prezentare și tehnica de lucru 44

4.3. Clasificarea după forma de prezentare și tehnica de lucru, corelată cu modul de acțiune (generația de care aparțin) 44

4.4. Abordarea actuală în utilizarea clinică a sistemelor adezive amelo-dentinare 47

4.5. Concluzii 50

BIBLIOGRAFIE 51



INTRODUCERE

Fără nici o îndoială, tehnicile adezive reprezintă cel mai mare progres pe care stomatologia restauratoare l-a înregistrat în întreaga sa istorie și mai ales în ultima jumătate a secolului al XX-lea.

Atât adeziunea la structurile dure dentare, cât și aceea la structuri artificiale precum metalul, ceramica sau polimerii au revoluționat principiile și metodele după care astăzi ne ghidăm activitatea curentă.

Deși ignorată aproape în totalitate, prima tentativă de realizare a adeziunii la structurile dentare aparține chimistului elvețian **Oscar Hagger**, care în 1949 patentează în țara sa un produs bazat pe dimetacrilatul acidului glicerofosforic, pe care compania „Amalgamated / De Tray” l-a comercializat sub numele de „Sevriton Cavity Seal”, împreună cu produsul „Sevriton” (fig.1) – o rășină acrilică autopolimerizabilă utilizată pentru restaurări coronare.



Fig. 1. Sevriton Cavity Seal și Sevriton

Adevărata stomatologie restauratoare adezivă începe însă odată cu pasul realizat în 1955 de **Michael Buonocore** (fig.2), care propunea la acea dată pregătirea smalțului dentar în vederea adeziunii, prin tratare cu acid fosforic (inițial, în variantă originală, în concentrație de 85%), inspirat fiind de practicile utilizate în industria navală, în scopul unei mai bune adeziuni a lacurilor și vopselelor la suprafețe metalice.



Fig. 2. Michael Buonocore

Gravajul acid a devenit cu adevărat util mult mai târziu, în 1962, când **Rafael Bowen** patentează rășinile pe bază de Bis-GMA, inspirat fiind de **Knock și Glenn**, care în 1951 propuneau încorporarea unor particule ceramice de umplutură, în masa rășinilor existente la acea dată.

Pornind de la structura rășinii după „formula Bowen”, Newman și Sharpe, în 1966, obțin o compoziție nouă, a cărei vâscozitate era mult mai redusă, prin eliminarea, practic, a aproape întregii umpluturi ceramice din structura inițială, realizând astfel primul adeziv dentar.

De atunci și până în prezent, datorită eficacității sale crescute și susceptibilității reduse la erorile de tehnică, adeziunea la smalț a suferit puține modificări notabile de principiu și realizare, cum ar fi: reducerea concentrației acidului fosforic de la 85% la 30%-40%, reducerea timpului de aplicare de la 60 la 15 secunde, prezentarea demineralizantului sub formă de gel, etc.

Total opus celor prezentate mai sus, încercările de realizare a adeziunii la dentină au condus de-a lungul timpului la multiple variații de compoziție și tehnică și este probabil că vor aduce în continuare multe noutăți. Variațiile topografice, compoziția chimică mai bogată în substanțe organice și apă, prezența fluidului dentinar, prezența detritusului dentinar remanent (semnalat ca atare și denumit

astfel pentru prima dată în literatură de către **Boyd** - 1963) constituie, toate, obstacole și provocări în raport cu obținerea unei adeziuni corespunzătoare la dentină.

În 1970, **David Eick** și colaboratorii au fost primii care au identificat din punct de vedere chimic componentele stratului de detritus dentinar remanent, iar în 1984 **Brännström** este cel care împarte acest strat în două componente, în funcție de topografia sa: „smear on” – porțiunea situată pe suprafața pereților dentinari – și „smear in” – porțiunea formată de prelungirile acestui strat, care pătrund, pe o anumită distanță, în interiorul tubulilor dentinari. La ora actuală, terminologia cea mai larg răspândită și utilizată în literatura de specialitate este aceea de „smear layer”, pentru pelicula de detritus de pe suprafața dentinară, respectiv de „smear plugs”, pentru prelungirile (sub formă de „dopuri” sau „cepuri”) care pătrund prin orificiile canaliculare în interiorul canaliculelor dentinare.



Fig. 3. Takao Fusayama

Calitatea stratului de detritus dentinar remanent, recunoscută aproape unanim, de a proteja complexul pulpo-dentinar, prin scăderea permeabilității dentinei a făcut ca propunerile lui **Takao Fusayama** (1980) (fig.3) de a grava acid nu numai smalțul, ci și suprafețele dentinare expuse, să fie mult timp inițial ignorate, iar apoi foarte controversate, sfârșind prin a fi în cele din urmă general recunoscute și acceptate, ceea ce a consacrat conceptul terapeutic cunoscut sub denumirea de „total etch” (sau gravaj acid total).

Prima observație legată de prezența stratului hibrid aparține lui **Kramer** și **McLean**, în 1952, care constatau că produsul utilizat de Hagger în 1949 are tendința de a penetra suprafața dentinară și de a forma o zonă intermediară între dentină și materialul de restaurare. **Nobuo Nakabayashi** reia în 1982 aceste noțiuni, studiază caracteristicile acestui strat hibrid și pune astfel bazele teoriei hibridizării plăgii dentinare.

Următorul pas important din punct de vedere al adeziunii la substratul dentinar este reprezentat de introducerea conceptului de adeziv cu primer autogravant, legat de necesitatea de a evita fenomenul de nanoinfiltrație, întâlnit la baza stratului hibrid, dar și de dorința de a preveni apariția manifestărilor clinice de sensibilitate dureroasă postoperatorie. Majoritatea producătorilor și-au îndreptat atenția către această idee, menită de asemenea să simplifice procedura clinică de aplicare, așadar să scurteze timpul necesar manoperelor terapeutice, precum și să reducă posibilitățile de eroare în tehnica de lucru. Cu toate avantajele prezumtive menționate, influențele acestui concept asupra adeziunii la smalțul sunt încă incerte.

Dacă analizăm cu atenție momentele importante din „istoria” utilizării adeziunii în medicina dentară, constatăm pe de o parte dorința permanentă a oamenilor de știință și producătorilor de biomateriale de a îmbunătăți produsele și tehnicile utilizate, iar pe de altă parte faptul că cercetările nu sunt nici pe departe finalizate.

Dată fiind situația în care ne aflăm în prezent – marcată de intensificarea cercetărilor (utilizând tehnici de investigație „de vârf”) în domeniul adeziunii la structurile dure dentare – ghidul de față își propune să prezinte succint cunoștințele dobândite și progresele realizate până la momentul actual, legate de acest subiect, rămas încă suficient de controversat.

ADEZIUNEA LA STRUCTURILE DURE DENTARE: O NECESITATE CLINICĂ ȘI PRACTICĂ

Actualmente, în stomatologia restauratoare, nu mai este acceptată simpla „juxtapunere” a unui material de obturație într-o cavitate, ca soluție finală terapeutică pentru refacerea leziunilor dentare (cel mai frecvent coronare) manifestate prin lipsa substanței dure dentare.

Atunci când se restaurează o astfel de leziune, trebuie avut în vedere faptul că, utilizând materiale care nu aderă la suprafețele dentare, pe de o parte este favorizat fenomenul de infiltrație (percolare) marginală, iar pe de altă parte se poate instala hipersensibilitatea dentinară sau durerea postoperatorie.

Cu toate că tehnicile „convenționale” au dat, în multe situații, rezultate satisfăcătoare, probate în timp, evoluția continuă a instrumentarului și materialelor utilizate în medicina dentară impune revizuirea concepțiilor legate de anumite soluții terapeutice și adaptarea lor la posibilitățile existente în prezent precum și introducerea unor tehnici noi, superioare din punct de vedere calitativ și rentabile pe termen lung din punct de vedere investiție/beneficiu.

Rășinile compozite, amalgamul și celelalte materiale din care sunt realizate incrustațiile, coroanele parțiale sau totale nu aderă, ca atare, la structurile dentare, ceea ce face ca la interfața dinte/restaurare să existe un spațiu accesibil micro-infiltrației marginale (fig. 4).

Devine astfel imperios necesară aplicarea unui agent adeziv care să umple spațiul existent între dinte și materialul de restaurare și să unească, practic, cele două structuri.

Atunci când se realizează o restaurare coronară prin tehnici adezive, se au în vedere avantaje precum: menținerea, stabilitatea și fixarea propriu-zisă datorită adeziunii, rezistența crescută a complexului dinte-restaurare, eliminarea hiatusurilor dintre cele două suprafețe (fig.5), diminuarea infiltrației și percolării marginale, conservarea țesuturilor dure dentare, reducerea permeabilității și difuziunii la nivelul dentinei, obliterarea tubulilor dentinari, cu protejarea complexului pulpo-dentinar și absența sensibilității dureroase post-operatorii.

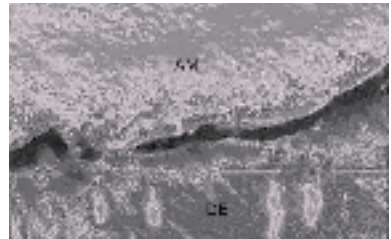


Fig. 4. Interfața amalgam (AM) / dentină (DE) în cazul unei obturații realizate prin tehnici convenționale. Se observă existența unui spațiu la acest nivel.

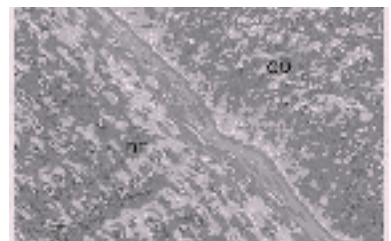


Fig. 5. Aspectul existent la interfața dentină (DE) / restaurare coronară cu material compozit fotopolimerizabil (CO), utilizând tehnici adezive.

Nu de puține ori însă, în ciuda unui status pulpar inițial normal, diagnosticat corect, după aplicarea diverselor sisteme adezive pe dinții vitali apar manifestări clinice de hipersensibilitate / durere postoperatorie, care se pot traduce printr-unul din următoarele fenomene:

- sensibilitate temporară imediată / tardivă la stimuli termici;
- sensibilitate în momentul ocluziei habituale;
- durere spontană;
- sensibilitate temporară la presiune ocluzală, eventual corelată cu apariția unei leziuni periapicale depistată în urma examenului radiologic.

Toate acestea obligă la o analiză foarte atentă a situației clinice existente și a proprietăților diverselor tipuri de sisteme adezive, respectiv ale produselor comerciale existente în cadrul fiecărei clase de adezivi dentari. Această analiză trebuie să se concretizeze în final prin alegerea unui adeziv capabil să sigileze interfața dinte/obturație și să mențină homeostazia complexului pulpo-dentinar, printr-o abordare corespunzătoare a stratului de detritus dentinar remanent, implicând compatibilitatea biologică a substanțelor utilizate.

Acesta este și motivul pentru care în continuare, vor fi detaliate câteva idei principale legate de conceptul general de adeziune la structurile dure dentare.

1. FENOMENUL DE ADEZIUNE – OBSERVAȚII GENERALE

Conceptul de adeziune nu este unul specific stomatologiei, el fiind întâlnit ca principiu în foarte multe alte domenii, ceea ce probabil a făcut ca, la un moment dat, el să fie preluat și utilizat și în medicina dentară, datorită beneficiilor incontestabile pe care le poate oferi. De aceea, putem vorbi de existența unor aspecte generale, valabile invariabil atunci când este vorba despre adeziune și de particularități legate de aplicarea tehnicilor adezive în medicina dentară.

În funcție de tipul de legătură dintre cele două suprafețe care aderă una la alta, adeziunea poate fi de mai multe feluri, acestea prezentând aspecte specifice.

1.1. Aspecte fizice privind adeziunea

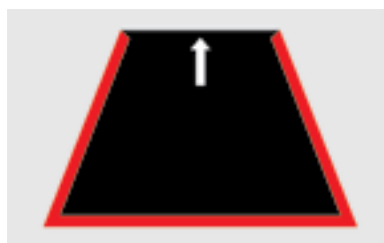


Fig. 6. Material de obturație introdus în stare plastică, într-o cavitate retentivă. După priză, acesta va fi reținut în cavitate exclusiv prin mijloace mecanice, dictate de design-ul cavității.

Este realizată prin fenomene mecanice între segmentele care se unesc. La rândul său, aceasta poate fi:

a. Mecanică: este caracteristică restaurărilor neaderente la țesuturile dure dentare. Se realizează exclusiv prin design-ul cavităților (fig.6), care trebuie să aibă o anumită „formă de retenție”, realizată în funcție de caracterul direct (plasticitate) sau indirect (rigiditate) al obturației.

b. Prin microretenții („micro-mecanică”): este practic adeziunea fizică propriu-zisă. Se realizează prin două mecanisme în care sunt implicate pe de o parte suprafața dentară, iar pe de altă parte modificările dimensionale pe care le pot suferi diferitele medii adezive și/sau biomaterialele restauratoare.

Aceste două mecanisme sunt:

- Efectul geometric – se referă la neregularitățile de suprafață care pot ține în contact două corpuri solide (fig.7). Adezivii dentari în stare lichidă sau semilichidă pătrund în neregularitățile de suprafață ale structurilor dentare, obținute în urma condiționării acide. În urma prizei, stratul adeziv devine solid și rămâne în contact cu suprafața dentară.
- Efectul reologic – dacă pe o suprafață a unui solid se așează un lichid sau un semisolid care va trece în stare solidă, este posibil ca în urma contracției sau expansiunii, după caz, cele două suprafețe să se ajusteze de așa manieră încât să adere fizic una la alta (este cazul amalgamului condensat în cavități).

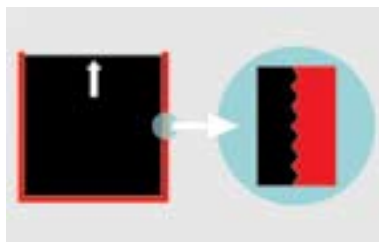


Fig. 7. Adeziune micro-mecanică, datorată neregularităților celor două suprafețe, care însă sunt așezate în contact întim una cu alta.

Din punct de vedere al noțiunilor fundamentale, aspectele fizice legate de adeziune se bazează pe atracția exercitată între două corpuri aflate în contact foarte strâns, datorită forțelor apărute între moleculele (sau între atomii) de la suprafața acestora. Tipurile de forțe de atracție implicate în adeziunea fizică sunt: - forțe intermoleculare;

- forțe electrostatice;
- forțe specifice.

Forțele de atracție intermoleculare / electrostatice apar prin interacțiunea dipolilor existenți în molecule vecine (din corpuri diferite, separate). Aceste forțe sunt eficiente doar dacă distanța dintre corpurile care aderă este foarte mică: $\sim 1-2 \text{ \AA}$ ($1 \text{ \AA} = 100 \text{ pm}$; $1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$)

Cei mai mulți adezivi folosiți în medicina dentară aderă fizic prin forțe de atracție intermoleculare.

1.2. Aspecte chimice privind adeziunea

Din punct de vedere chimic adeziunea reprezintă unirea (lipirea) a două corpuri, din același material sau din materiale diferite, cu ajutorul unui compus chimic, numit adeziv. Ea se realizează în urma reacțiilor prin care se formează legături chimice între suprafețele aflate în contact. În prezent, este considerată de către foarte mulți practicieni, ca singura formă reală și utilă de adeziune, deși ea nu reușește să fixeze permanent materialul de restaurare la dinte și nici nu poate realiza sigilarea tubulilor dentinari împotriva microinfiltrației marginale și a problemelor care derivă din aceasta.

Adeziunea chimică apare prin formarea de legături chimice:

A. intramoleculare (interatomice): de valență primară – puternice;

B. intermoleculare: de valență secundară – slabe.

Realizarea adeziunii chimice implică un proces de chemosorbție, prin care moleculele adezivului, fixate prin adsorbție la suprafața aderentului, pot reacționa cu grupele active ale acestuia, formând legături chimice.

A. Legăturile chimice intramoleculare (interatomice) mențin atomii legați în molecule (de aceea sunt denumite legături de valență primară – puternice).

Aceste legături pot fi de următoarele tipuri:

- a. legături ionice;
- b. legături covalente;
- c. legături (covalente) polare;
- d. legături (covalente) coordinative;
- e. legături "încovoiate" (tip "banană");
- f. legături "1 - e- " (cu 1 electron) și legături "3 - e- " (cu 3 electroni);
- g. legături "3c - 2e- " (cu 3 centre și 2 electroni) și legături "3c - 4e- " (cu 3 centre și 4 electroni);
- h. legături aromatice;
- i. legături metalice.

B. Legăturile chimice intermoleculare se formează între molecule, ioni sau atomi fără legături, în alte condiții (de aceea sunt denumite legături de valență secundară – slabe). Apar interacțiuni prin forțe intermoleculare, datorate polarizării, între moleculele polare, care constituie dipoli.

Aceste interacțiuni pot fi de următoarele tipuri:

a. forțe van der Waals: se formează cel mai des – pot apărea între toate structurile chimice și se manifestă sub mai multe forme:

- forțe Keesom (dipol permanent - dipol permanent);
- forțe Debye (dipol permanent - dipol indus);
- forțe (de dispersie) London (dipol format instantaneu - dipol indus);

b. legături (punți) de hidrogen (situație specială de interacțiune dipol permanent - dipol permanent). Ele pot constitui aspecte particulare, similare legăturilor covalente, un astfel de exemplu fiind structura specifică a apei;

c. interacțiuni cation - π e- (cation - sistem π bogat în e-), situație care apare în cazul nucleelor aromatice, de exemplu benzen.

Legăturile secundare menționate se produc datorită dezechilibrului electrostatic apărut între atomii care formează o moleculă. Acest dezechilibru își are originea în densitatea diferită de electroni din jurul atomilor. Deoarece în realitate aceste legături se realizează între molecule și nu între atomi, există tendința ca ele să fie considerate (mai mult sau mai puțin corect) legături fizice. De aceea, unii autori preferă utilizarea termenului de adeziune specifică, noțiune corelată cu tipurile de forțe (vezi forțele specifice) menționate la aspectele fizice ale adeziunii.

1.3. Factori de care depinde fenomenul de adeziune

Data fiind complexitatea fenomenului de adeziune în sine, precum și condițiile în care adeziunea trebuie realizată clinic, tehnicile adezive sunt puternic influențate de acțiunea simultană a mai multor factori, care ar putea fi, didactic, împărțiți în următoarele categorii:

1.3.1. Factori privind suprafețele implicate în interfața adezivă:

- contactul intim dintre cele două suprafețe – la suprafața unui corp solid, cel mai bine se adaptează un lichid. Dacă nu se produce contactul intim între suprafețe, atunci reacțiile chimice și utilizarea efectivă a

microretențiilor mecanice nu se realizează corespunzător.

- spălarea și uscarea suprafețelor – smalțul este ușor de spălat și de uscat, în timp ce dentina prezintă anumite dificultăți, mai ales datorită prezenței limfei dentinare, care pe de o parte umețează în permanență suprafața dentinei expuse, iar pe de altă parte, prin deplasarea sa în interiorul tubulilor dentinari, schimbă caracteristicile hidrostatice și echilibrul hidrodinamic de la acest nivel, putând cauza probleme, de la sensibilitatea post-operatorie până la mortificarea pulpară.
- energia de suprafață: cu cât aceasta este mai mare, cu atât biomaterialele restauratoare vor fi atrase mai puternic pe suprafețele dentare.
- potențialul de a forma legături chimice – acesta este favorabil atât în cazul smalțului, cât și în cazul dentinei. Smalțul conține grupări HO- aflate în structura hidroxilapatitei, în timp ce dentina mai are în structura sa și radicali ce aparțin fibrelor de colagen: grupări carboxilice, aminice și calciu.
- caracterul rugos sau neted al suprafeței – din punct de vedere al adeziunii fizice, rugozitatea suprafeței de adeziune este practic indispensabilă. În ceea ce privește adeziunea chimică, este preferabilă o suprafață netedă, pe care un adeziv (etalat în strat subțire), se poate adapta cu mai mare ușurință.

1.3.2. Factori legați de natura adezivului:

- a. tensiunea superficială – cu cât aceasta este mai redusă, cu atât adezivul va umețea mai bine țesuturile dentare cu care vine în contact, ceea ce va favoriza legăturile fizice și chimice.
- b. umețabilitatea – trebuie să fie crescută, pentru a asigura contactul intim între cele două suprafețe aderente, favorizând legăturile de natură fizică și chimică.
- c. unghiul de contact – trebuie să fie cât mai redus, pentru a asigura o umețere corespunzătoare a suprafețelor și, deci, legături corespunzătoare.
- d. posibilitatea de a forma diferite tipuri de legături – adezivul trebuie să fie capabil de a realiza legături fizice și chimice cu toate țesuturile dure dentare și, nu în ultimul rând, cu biomaterialul restaurator care va fi aplicat.
- e. stabilitatea dimensională – trebuie avute în vedere variațiile dimensionale din momentul prizei, dar și cele care pot apărea după priză, datorită modificărilor de temperatură și tensiunilor care tind să deformeze.
- f. rezistența mecanică și chimică – trebuie să reziste forțelor funcționale (mai ales ocluzale), dar și condițiilor particulare ale mediului bucal.
- g. biocompatibilitatea – trebuie să existe biocompatibilitate cu structurile dure dentare, cu celelalte țesuturi ale cavității orale, dar și sistemică, privind organismul în general.

1.3.3. Factori privind materialul de restaurare:

- ușurința preparării, manipulării și aplicării efective;
- utilizarea unei tehnici adezive fiabile;
- compatibilitatea cu adezivul utilizat.

1.3.4. Factori legați de manopere și modul de utilizare

Este imperios necesar ca echipa de lucru să fie familiarizată cu particularitățile sistemului adeziv utilizat și să respecte întocmai etapele de lucru. Aparatura care este folosită în cabinet trebuie de asemenea să corespundă din punct de vedere tehnic, cerințelor legate de aplicarea sistemului adeziv. Spre exemplu,

spray-ul de aer nu trebuie să contamineze cu ulei (provenit de la compresor) suprafețele dentare, în timpul uscării acestora.

1.3.5. Factori dependenți de producător

Pe lângă faptul că toate produsele trebuie probate atât în laborator cât și din punct de vedere clinic, ele trebuie să fie însoțite de instrucțiuni de utilizare clare și precise. De asemenea, pe cât posibil, dispozitivele și etapele necesare aplicării nu trebuie să fie foarte complicate. Prețul de cost trebuie să nu reprezinte o problemă greu accesibilă, iar materialele trebuie să poată fi cât mai simplu depozitate și pe o perioadă suficient de lungă de timp.

Deoarece, în practica stomatologică, la un substrat solid reprezentat de țesuturile dentare, intenționăm să atașăm un biomaterial ce poate fi aplicat direct, în stare plastică sau indirect, în stare solidă, este evident faptul că, oricare ar fi agentul adeziv sau de cimentare pe care îl vom utiliza, acesta trebuie să fie obligatoriu un semilichid sau un lichid.

Pentru o calitate superioară a adeziunii, acest agent de legătură trebuie să mai aibă următoarele calități:

- tensiune superficială redusă;
- capacitate de umectare crescută;
- fluiditate adecvată, convenabilă;
- afinitate crescută din punct de vedere fizico-chimic la structurile dure dentare, tradusă printr-un potențial crescut de aderență, și nu în ultimul rând printr-o adeziune corespunzătoare clinic.

2. ASPECTE DE BAZĂ PRIVIND ADEZIUNEA LA STRUCTURILE DURE DENTARE

Ținând cont de faptul că adeziunea la structurile dure dentare este un fenomen deosebit de complex, cu implicarea a numeroși factori cu și mai multe variabile, de la bun început trebuie stabilit în ce măsură diversele substraturi pot participa la mecanismele fizice, chimice sau la ambele tipuri de mecanisme ale adeziunii. Practic, în stomatologie, scopul final al adeziunii este acela de a uni un substrat solid (țesuturile dure dentare – smalț, dentină, ciment) cu un alt substrat, reprezentat de materialul sau materialele de restaurare.

În ceea ce privește smalțul dentar, acesta est un corp fizic solid, cristalin, cu o energie de suprafață semnificativă, care practic nu reține apa, ceea ce îl face foarte ușor de spălat și uscat. Prezintă variații de structură legate fie de tipul dentiției (deciduale sau permanente), fie de zona topografică în care se găsește.

Datorită caracteristicilor morfologice și fizico-chimice, smalțul dentar are capacitatea de a absorbi în interior și de a adsorbi pe suprafața sa fluidele cu care vine în contact. De aceea, atunci când este spălat și apoi uscat, el se comportă ca un corp hidrofil, avid de lichide.

Dentina este un corp fizic solid, non-cristalin, cu structură tubulară, cu o energie de suprafață mică, dificil de spălat și practic neconvenabil a fi uscat (datorită producerii unor dezechilibre hidrice). Reține o cantitate relativ mare de apă, ceea ce obligă să fie considerată un corp umed. Din punct de vedere morfologic, dentina are caracteristici diferite în funcție de tipul dentiției, și în particular în funcție de profunzimea la

care este situată (distanța până la pulpa dentară). Datorită caracteristicilor sale morfologice, fizico-chimice, dar și pentru că formează împreună cu pulpa un complex morfo-funcțional, dentina poate foarte ușor să elibereze sau să capteze apa, ceea ce o face să se comporte ca un solid permeabil, penetrabil și care permite difuziunea.

Tab. Nr. I. Comparație între proprietățile structurale smalț/dentină

Smalț	Dentină
Structură cristalină	Structură tubulară, non-cristalină
Energie de suprafață mare	Energie de suprafață mică
Ușor de spălat și uscat (nu reține apa)	Dificil de spălat și neconvenabil de uscat
Variații de structură în funcție de dentiție și de zona topografică	Variații de structură în funcție de dentiție și profunzime
Comportament similar unui corp hidrofil, acceptă lichide	Comportament similar unui corp umed

Cementul radicular a fost, până în prezent, mult mai puțin studiat decât celelalte structuri dentare în ceea ce privește adeziunea. Poate și din acest motiv, cel puțin la ora actuală, nu numai că se cunosc mult mai puține lucruri în legătură cu acest subiect, dar și rezultatele obținute lasă de dorit. Sumar, cementul radicular are proprietăți mai apropiate de cele ale dentinei, având însă o structură fizico-chimică diferită.

2.1. Adeziunea la smalț

Smalțul dentar este unicul țesut hipermineralizat al organismului uman care derivă din ectoderm. El acoperă și protejează țesuturile subiacente integrate în cadrul complexului pulpo-dentinar.

Toate celelalte țesuturi mineralizate din organism, așa cum sunt osul, dentina și cementul provin din mezoderm.

Smalțul matur este compus din 96% substanță anorganică sub formă de cristale de hidroxiapatită, care constituie practic ultrastructura țesutului. Pe lângă substanța minerală, în smalț se mai găsesc substanțe organice, aproximativ 1% și apă în procent de 3%.

Este un țesut microcristalin, ce prezintă microporozități, anizotrop, acelular, avascular, neinervat, înalt mineralizat și de înaltă duritate, care are drept caracteristică fundamentală, forma sa unică și particulară de a răspunde la acțiunea factorilor fizici, chimici sau biologici prin pierderea de substanță, a cărei cantitate este în relație directă cu intensitatea agenților cauzali.

Aceste proprietăți fac ca smalțul să nu aibă capacități regenerative, astfel încât pierderile cantitative din acest țesut dur dentar nu sunt niciodată urmate de procese de reconstrucție tisulară, așa cum se întâmplă în alte țesuturi de origine ectodermală din organism. Aceste pierderi apar prin uzură în urma contactelor directe dento-dentare (atriție), care se poate menține în limite fiziologice, dar poate prezenta și aspecte patologice (vezi bruxismul), ori prin acțiunea mecanică abrazivă a unor corpuri străine aparatului dento-

maxilar, inclusiv a alimentelor, respectiv a celor utilizate pentru igienizare (abraziunea). Ele mai pot fi datorate solubilizării chimice produse de acizi din surse exogene sau endogene, altele decât placa microbiană dentară, care este factor etiopatogenic al cariei dentare (eroziuni), stresului ocluzal (abfracții), agenților traumatici (fracturi). În urma demineralizării acide (procese carioase, eroziuni, condiționări acide terapeutice) poate apărea fenomenul de remineralizare, dar nu și cel de refacere cantitativă și/sau morfologică. Duritatea foarte ridicată a smalțului îl face casant și fragil, cu predispoziție marcată la micro- și macrofracturi, atunci când:

- nu se sprijină pe un substrat dentinar integru;
- își modifică încărcătura minerală sub acțiunea factorilor din mediul oral;
- tensiunile generate de ciclurile mecanice masticatorii sau de stresul ocluzal precum și variațiile termice la care este supus, depășesc rezistența sa fizică.

Structura și proprietățile fizice ale smalțului impun, atunci când este cazul, realizarea unor tratamente adecvate, cu scopul precis de a prezerva structurile interne și externe ale dintelui și de a optimiza retenția și adeziunea materialelor de restaurare.

Duritatea țesutului, limitele legate de posibilitățile de realizare a preparatelor pentru examinări microscopice au făcut ca, pentru o perioadă lungă de timp, lumea științifică să aibă o viziune falsă asupra structurii reale a smalțului dentar, fapt datorat în principal suprapunerii mai multor planuri examinate la microscop (rezultate în urma realizării preparatelor) și utilizării de cele mai multe ori a smalțului embrionar sau imatur care putea fi secționat mult mai ușor cu ajutorul microtomului. Mult timp, smalțul a fost considerat ca fiind alcătuit din prisme hexagonale pe secțiune, structură întâlnită ca atare numai în cazul smalțului embrionar.

În smalțul mineralizat, structura adoptă un aspect care amintește de forma unei arcade, cu un cap, având o lățime mai mare, asemănător unei cupole, orientat înspre joncțiunea amelo-dentinară, un gât îngust și o coadă care se termină neregulat atunci când secțiunea prin dinte este realizată transversal. Forma este lineară, atunci când secțiunile sunt longitudinale, extinzându-se de la suprafață, până la nivelul joncțiunii amelo-dentinare.

Aceste imagini de microscopie au condus la atribuirea numelui de prismă adamantină pentru unitatea structurală a smalțului (fig. 8).

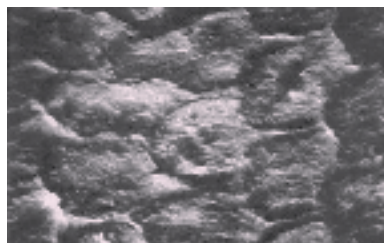


Fig. 8. Imagine obținută prin microscopie electronică de baleiaj. Secțiune transversală a unității structurale a smalțului în care se pot observa interrelațiile existente între capul, gâtul și coada prismelor de smalț.

Studiile embriologice indică faptul că în timpul amelogenezei, preameloblastele se diferențiază în ameloblaste secretorii atunci când sunt polarizate în urma modificărilor determinate de dentinogeneza recent inițiată, iar această secvență face ca dentina și smalțul să fie perfect interrelaționate pe toată durata vieții.

Matricea smalțului începe a fi depozitată prin secreția celulară de la nivelul proceselor apicale Tomes.

Trebuie avut în vedere faptul că, în timpul depunerii matricei, deplasarea ameloblastelor de la joncțiunea smalț/dentină către suprafața dintelui se poate aproxima ca fiind perpendiculară pe aceasta și că prismele de smalț sunt secretate de către polul apical sub un unghi de aproximativ 45° raportat la axul celulei.

Aceste date ridică întrebări asupra conceptului clasic al perpendicularității prismelor adamantine pe suprafața externă a smalțului, care nu concordă cu dispoziția pe care acestea o adoptă în momentul formării embriologice.

Procesele enzimatică hidrolitică și proteolitice care au loc după mineralizarea țesuturilor, degradează matricea formată din amelogenine și enameline, și fac posibilă reducerea conținutului organic și încorporarea de substanță organică interprismatică, smalțul căpătând astfel structura histologică definitivă.

Observând aceste structuri tridimensionale:

- pe o secțiune transversală, se poate examina structura care variază de la forma de arcadă la cea de cupolă;
- pe o secțiune longitudinală vestibulo-orală, pot fi vizualizate structurile lineare, sub formă de linii groase care corespund capului prismelor și linii subțiri, care corespund capătului lor;
- pe o secțiune longitudinală mezio-distală se pot observa structuri lineare sub formă de linii groase, care corespund secțiunii longitudinale prin corpul prismelor și linii subțiri care reprezintă unirea dintre capul unei prisme și extremitatea caudală a prismei adiacente.

Întotdeauna s-a considerat că prismele adamantine au o direcție perpendiculară pe suprafața externă a dintelui. Cu toate acestea, în 1968 Osborne, în 1976 Boyde și în 1986 TenCate au observat faptul că în zona de colet, dinții permanenți nu au întotdeauna prismele orientate la 90° față de suprafață, ci pot adopta o direcție aproximativ orizontală.

Priotto și colab., în 1983, studiind direcția prismelor de smalț și incidența față de suprafața cavităților pe premolari și molari, au determinat că:

- prismele adamantine formează, la nivelul pantelor cuspidiene, unghiuri ascuțite înspre fundul șanțurilor și fosețelor (fig. 9), respectiv obtuze față de planul ocluzal, cu o medie de aproximativ $60,33^\circ$.
- prismele adamantine formează unghiuri obtuze spre ocluzal, respectiv ascuțite spre apical cu suprafața smalțului, la nivelul treimilor cervicală și medie ale fețelor laterale (fig. 10), cu o medie de $96,25^\circ$.
- prismele de smalț formează unghiuri de 90° la nivelul vârfului cuspidilor și în profunzimea șanțurilor ocluzale (fig. 11).

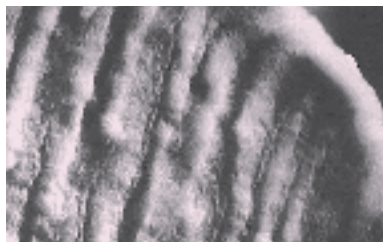


Fig. 9. Unghiul realizat de prismele adamantine la nivelul pantelor cuspidiene

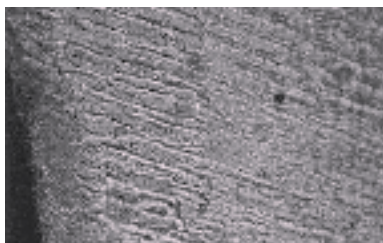


Fig. 10. Unghiul realizat de prismele adamantine la nivelul fețelor laterale

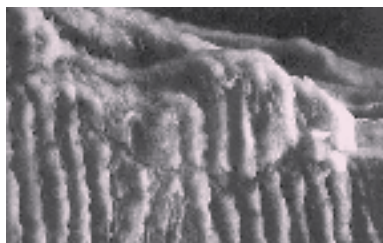


Fig. 11. Unghiul format de prismele de smalț în profunzimea șanțurilor ocluzale

Aceste particularități demonstrează faptul că avem de a face cu substraturi diferite pentru adeziune, în funcție de secțiunea sau direcția pereților cavităților, iar de aici, decurge și necesitatea de a bizota sau nu anumite suprafețe.

2.1.1. Pregătirea smalțului pentru adeziune

Scopul pregătirii smalțului pentru adeziune este acela de a obține o suprafață favorabilă din punct de vedere al direcției prismelor de smalț, cu energie de suprafață înaltă și cu umectabilitate crescută.

Atunci când se execută prepararea unei cavități, trebuie avute în vedere direcția prismelor de smalț, precum și grosimea pereților restanți.

Eficiența gravării acide asupra țesutului adamantin fracturat este inferioară atunci când prismele sunt condiționate longitudinal, față de situația în care acestea sunt atacate transversal. Shimada și Tagami, în 2003, au efectuat un studiu asupra micro-rezistenței interfeței adezive în funcție de direcția de secționare a prismelor de smalț. Concluzia studiului a fost aceea că, spre deosebire de situația adezivilor convenționali, în cazul sistemelor adezive autogravante, orientarea prismelor de smalț influențează nesemnificativ rezistența interfeței adezive, deoarece acești adezivi modifică structura detritusului remanent, fără a exercita efecte distructive asupra țesuturilor rămase.

Odată preparată mecanic, suprafața smalțului trebuie „activată”, prin creșterea energiei de suprafață. Buonocore, în 1955 comunica faptul că soluția de acid fosforic 85%, aplicată la nivelul smalțului, augmentează considerabil retenția rășinilor acrilice la țesutul adamantin. De la acest studiu s-a pornit la înțelegerea și soluționarea eșecurilor legate de primele utilizări ale rășinilor acrilice și ale rășinilor compozite ca materiale adezive de restaurare.

Astăzi este cunoscut faptul că se poate obține o adeziune eficientă, utilizând acizi de concentrații mult mai reduse, care aplicați pe suprafața smalțului sunt capabili să demineralizeze și să dizolve matricea anorganică de hidroxiapatită din structura prismelor de smalț, formând micropori și microfisuri.

Acești acizi transformă suprafața smalțului intact, care are o energie redusă (putând prezenta și diverse grade de impuritate și putând fi acoperită de glicoproteine salivare) într-o suprafață activă, curată, demineralizată și cu o înaltă energie de suprafață. De aceeași manieră, acizii acționează și asupra smalțului prelucrat cu diferite tipuri de instrumente rotative, prelucrare în urma căreia smalțul se acoperă cu un strat de detritus remanent, format din reziduuri anorganice și biofilm.

Acțiunea fundamentală a unui acid slab sau tare (donor de protoni) asupra unei baze (acceptor de protoni)

- în cazul nostru asupra smalțului – presupune activarea suprafeței tisulare prin transformarea ei într-una cu o energie crescută, demineralizarea și dizolvarea matricei anorganice a prismelor adamantine creând micropori, ceea ce permite obținerea unui solid cristalin și microporos.

Toate acestea fac posibilă impregnarea țesutului cu un monomer care va fi rețenționat în interiorul microporilor creați, atunci când își va schimba starea de agregare.

Atunci când smalțul este tratat cu acid fosforic de concentrație înaltă, se produce o reacție de tip acid-bază, cu formarea unor săruri solubile de fosfat de calciu, producându-se o pierdere ireversibilă de substanță dură.

Pierderea de substanță, între 5 μm și 12 μm, depinde mai ales de concentrația acidului utilizat și de timpul de expunere (tipul de acid este mai puțin important). Aceasta implică necesitatea de a evita condiționarea accidentală a suprafețelor adiacente intacte și care nu vor fi acoperite cu rășină, precum și protejarea dinților vecini.

Demineralizarea produsă de către acizii slabi sau tari în concentrație adecvată realizează un atac asupra structurilor anorganice ale smalțului, prin intermediul reacției de tip acid-bază, rezultând sărurile solubile de fosfat de calciu care ulterior vor fi îndepărtate prin spălare. În urma acestor manopere, rezultă diferite tipare de demineralizare (după Silverstone).

Atunci când acidul demineralizează cristalele de hidroxiapatită de la nivelul capului sau corpului prismelor de smalț, se obține tiparul I de demineralizare (fig. 12).

Atunci când acidul acționează asupra cristalelor de hidroxiapatită de la nivelul extremității caudale a prismelor de smalț, se produce tiparul II de demineralizare (fig. 13).

Ambele tipare de demineralizare pot fi prezente la nivelul aceleiași dinte sau la nivelul aceleiași zone a unui dinte, fiind un fenomen clinic arbitrar, care nu depinde de modalitatea aplicării acidului ci de caracteristicile de mineralizare sau defectele de structură ale smalțului și de suprafețele prismelor adamantine interesate.

Atunci când timpul de acțiune al acidului este prea mare, se produce un al treilea tipar de demineralizare, caracterizat printr-o pierdere semnificativă de țesut superficial, produsă datorită faptului că acidul continuă să acționeze în suprafață, reducând profunzimea și măbind diametrul microporilor. Acest tip de gravaj nu are capacitatea de a reținea micromecanic sistemele adezive bazate pe monomeri hidrofobi, ceea ce obligă la respectarea cu strictețe a timpilor de aplicare acidului, pentru a preveni apariția efectelor negative. Odată cu apariția primerilor și adezivilor autogravanti care conțin monomeri hidrofilii/hidrofobi, s-a minimalizat problematica legată de tiparul III de demineralizare.

Durate de timp superioare valorii de 60 de secunde pot provoca pierderi masive de substanță dură dentară la nivelul smalțului și pot amplifica defectele de structură, generând microfisuri care în timp pot realiza comunicarea periferiei smalțului cu joncțiunea amelo-dentinară. Această situație este prezentă cu predilecție la nivelul treimii cervicale, în care smalțul tratat necorespunzător poate suferi microfracturi ca urmare a contracției de polimerizare sau sub acțiunea forțelor ocluzale.

Atunci când smalțul este condiționat cu acid fosforic de concentrație crescută și ulterior se dorește aplicarea unui adeziv autogravant, care conține practic acid slab în concentrație redusă, timpul de gravare trebuie să fie redus.

Înainte de spălarea suprafețelor demineralizate, este indicată aspirarea agentului condiționant, pentru a preveni intrarea lui în contact cu suprafețele adiacente.



Fig. 12. Tiparul I de demineralizare, în care se observă demineralizarea marcantă a corpului prismelor de smalț, cu afectarea minimă a suprafețelor învecinate.

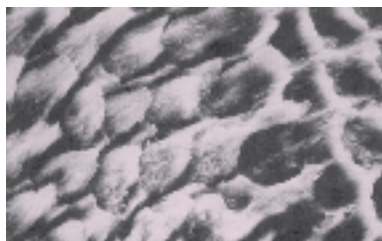


Fig. 13. Tiparele de demineralizare I și II, realizate în urma gravării cu acid fosforic 37% sub formă de gel.

Tipul de spălare în cazul gravajului acid clasic ține de necesitatea de a îndepărta în totalitate precipitatul format din săruri de calciu, pentru a obține o energie înaltă de suprafață. O spălare insuficientă poate permite acidului să acționeze în anumite zone mai mult decât este permis, generând tipare de demineralizare de tip III, care periclitează fenomenul de adeziune.

Atunci când se aplică acid fosforic 37% sub formă de gel, este suficient un timp de spălare de 15 secunde, utilizând apă sub presiune. Atunci când se utilizează adezivi autogravaj care se aplică ulterior gravării cu acizi de concentrație crescută, timpul de spălare poate fi redus la 5 secunde.

Smalțul condiționat și spălat trebuie uscat, în mod clasic, timp de 3-5 secunde, cu jet de aer uscat și necontaminat. Tipul de uscare va fi redus în cazul utilizării monomerilor hidrofilii/hidrofobi care necesită un ușor grad de umiditate a substratului în vederea unei adeziuni eficiente.

Smalțul condiționat permite umețarea sa și impregnarea microporilor cu monomer de rășină, care odată polimerizată va genera „prelungiri agățătoare” la nivelul microcavităților, care vor reționa stratul de adeziv, realizând un strat hibrid între smalț și adeziv.

Impregnarea smalțului se realizează atunci când adezivul are o tensiune superficială redusă (caracteristică moleculară a lichidelor) iar substratul prezintă o energie de suprafață mare (caracteristică solidelor). Impregnarea este optimă atunci când suprafața este curată, activată și cu energie de suprafață mare, ceea ce se obține de fapt în urma condiționării sau autocon condiționării acide, iar adezivul prezintă o tensiune superficială redusă și compatibilitate fizico-chimică cu substratul.

Gradul maxim de impregnare apare atunci când valorile tensiunii superficiale a lichidului adeziv sunt ușor mai mici decât valorile energiei de suprafață a substratului. Schimbările care au avut loc de-a lungul timpului în formulele chimice ale adezivilor, caracterizate pe scurt prin trecerea de la adezivii hidrofobi la sistemele de adeziune amelo-dentinare bazate pe monomeri hidrofilii-hidrofobi și sistemele autogravante, au făcut ca adeziunea la aceste țesuturi să fie mai bună și cu posibilitatea de a se realiza chiar la nivelul unor structuri delicate, precum smalțul aprismatic.

2.2. Adeziunea la dentină

Multă vreme, adeziunea la dentină a fost o reală problemă a stomatologiei restauratoare și aceasta deoarece tehnicile existente la momentele respective nu erau capabile să furnizeze rezultate mulțumitoare. Sistemele adezive în cauză acționau pe principiul păstrării stratului de detritus dentinar remanent, încercând să realizeze legături chimice (esterice, aminice, de tip fosfat, izocianat sau glutaraldehidic) cu fracțiunile minerală, organică sau hidrică ale dentinei. Legăturile formate erau destul de slabe, putând fi relativ ușor hidrolizate de către fluidul dentinar, aceasta generând importante fracturi, fie adezive, fie coezive, în zona de interfață dentină/rășină.

Odată cu acceptarea tehnicii de gravaj acid total („total etch”), caracteristicile adeziunii la dentină au putut fi net îmbunătățite. Crearea stratului hibrid, rezultat în urma adeziunii micro-mecanice între sistemul adeziv și colagenul dentinar și pătrunderii în canaliculele dentinare a dopurilor de rășină adezivă, a permis obținerea unor structuri insolubile și rezistente la atacul acid. Fenomenele de micro- și nano-infiltrație nu au fost însă combătute corespunzător.

Trei au fost principalele direcții în care s-a intensificat activitatea de cercetare și dezvoltare a sistemelor adezive dentinare:

- gravajul total (simultan) al smalțului și dentinei cu acid fosforic concentrat și aplicarea de monomeri hidrofilii-hidrofobi, pentru obținerea adeziunii prin strat hibrid;
- gravajul total (simultan) al smalțului și dentinei cu acid fosforic concentrat, deproteinizarea cu hipoclorit de sodiu în diferite concentrații și aplicarea monomerilor hidrofilii și hidrofobi pentru realizarea adeziunii prin contact sau prin „hibridizare inversată”;
- condiționarea, activarea și demineralizarea dentinei cu ajutorul adezivilor autogravanți, care conțin acizi slabi în concentrație scăzută și monomeri acizi care fac posibilă adeziunea la dentină printr-o reacție de tip acid-bază, cu formarea de săruri insolubile cu cristalele de hidroxiapatită formând un strat de reacție-integrare.

2.2.1. Structura dentinară ca substrat pentru adeziune

Țesutul dentinar produs prin secreția celulelor odontoblastice are rolul de a proteja pulpa dentară și de a oferi suportul corespunzător pentru țesuturile acoperitoare – smalțul și cementul.

Opus smalțului, dentina este un țesut mineralizat de origine mezodermică, ce conține procesele celulare ale odontoblastelor, fapt care îi crește foarte mult concentrația substanțelor organice și conținutul de apă, având o duritate asemănătoare țesutului osos. Prin diverse mecanisme, dentina este responsabilă de transmiterea excitațiilor termice, chimice și tactile către receptorii din plexul nervos subodontoblastic, transmițând astfel pulpei dentare informații rapide și precise despre mediul înconjurător.

Dentina normală este compusă dintr-o matrice sau rețea de fibre de collagen, glicozaminoglicani, proteoglicani și factori de creștere – în proporție de aproximativ 18%, cristale de hidroxiapatită – aproximativ 70% și apă – 12% (fig. 14).

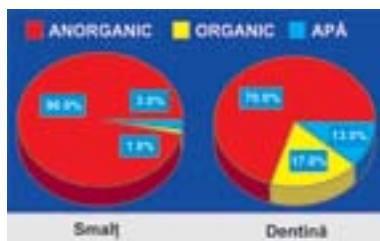


Fig. 14. Comparație între conținutul organic și anorganic al țesuturilor dure coronare

Din punct de vedere morfologic, dentina este constituită dintr-un sistem de tubuli sau canalicule care se extind de la joncțiunea amelo-dentinară până la pulpa dentară.

Datorită strânsei legături embriologice dintre tubulii dentinari și organul adamantin, canaliculele dentinare ajung până în țesutul amelar. Unele canalicule se pot bifurca și chiar ramifica în această regiune. Această descoperire relativ recentă explică existența sensibilității la nivelul joncțiunii amelo-dentinare. La polul opus, în regiunea dentinei acoperite de cementul radicular, tubulii se ramifică în interiorul stratului de dentină, sau chiar generează canale laterale (fig. 15).

Canaliculele dentinare au forma unui de trunchi de con foarte alungit și filat, cu baza mare orientată pulpar și baza mică spre joncțiunea amelo-dentinară, fiind situate într-o matrice mineralizată: dentina intertubulară.

Țesutul dentinar prezintă zone bine diferențiate reprezentate prin dentina intertubulară și dentina peritubulară, care pot varia ca structură, cantitate și dispoziție, în funcție de profunzime și care pot fi modificate cu vârsta sau datorită stimulilor externi.



Fig. 15 (a) Joncțiunea amelo-dentinară



Fig. 15 (b) Joncțiunea cemento-dentinară

SM = smalț, DE = dentină, CEM = cement, JAD = joncțiune amelo-dentinară, JCD = joncțiune cemento-dentinară

Dentina intertubulară este formată din collagen, glicozaminoglicani, proteoglicani, factori de creștere și proteine, toate acestea formând o matrice care susține cristalele de hidroxiapatită.

Fibrele colagenice reprezintă principalele fibre ale țesutului de legătură, fiind fibre flexibile, elastice. Collagenul este constituit din 3 lanțuri polipeptidice, numite lanțuri alfa, care sunt dispuse sub forma unei structuri de tip triplu helix, întrepătrunse astfel încât formează cordoane stabile și rezistente.

Collagenul dentinar este de tip I și III. Primul este răspunzător de rezistența, elasticitatea și flexibilitatea țesuturilor, iar cel de-al doilea realizează legătura cu fibrele de la nivelul smalțului.

Glicozaminoglicanii și proteoglicanii reprezintă un grup de glicoproteine care formează o parte din substanța fundamentală a țesutului de legătură dentinar.

Toate aceste proteine participă activ la mecanismele de adeziune, collagenul opunându-se forțelor de compresiune, iar glicozaminoglicanii și proteoglicanii opunându-se forțelor de întindere-deformare. Proteinele dentinare se pot altera, degrada și denatura foarte ușor datorită acțiunii cariilor, căldurii friționale generate de instrumentarul rotativ și agenților de gravare concentrați.

Această matrice, care variază în funcție de profunzime și care joacă un rol foarte important în mecanismele de adeziune, reprezintă 86% din totalitatea țesutului dentinar în regiunea joncțiunii amelo-dentinare, pentru a scădea la aproximativ 18% în vecinătatea pulpei dentare. Dentina peritubulară reprezintă un inel hipermineralizat care înconjoară tubulii dentinari, caracterizându-se prin bogăția sa în cristale de hidroxiapatită și prin cantitatea redusă de collagen.

Caracteristicile structurale și compoziția sa suferă importante modificări odată cu înaintarea în vârstă, având ca finalitate creșterea în grosime a acestui strat, pe seama micșorării diametrului intern tubular.

Aceste modificări dau naștere dentinei scleroase fiziologice, denumită astfel pentru a o diferenția de dentina scleroasă de reacție, apărută ca răspuns la stimulii externi de intensitate scăzută.

2.2.2. Variante de țesut dentinar

Dentina poate fi clasificată în funcție de tiparele de dezvoltare, structură, localizare, caracteristicile matricei organice și modificările pe care țesutul le suferă în timp ca răspuns la diferiți stimuli care acționează asupra sa. Acești factori care modifică particularitățile substratului dentinar sunt implicați direct în influențarea rezultatelor condiționării și adeziunii la dentină.

A. Dentina primară superficială (fig. 16), este dentina care se formează înainte și în timpul erupției active, caracterizându-se prin prezența tubulilor care nu conțin procese odontoblastice, tubuli cu o densitate de 18 000 / mm², cu un diametru mediu de 0,9μ, fapt care face ca acest tip de dentină să reprezinte un substrat foarte eficient pentru adeziune, datorită faptului că dentina intertubulară conține cantitatea maximă de fibre colagene și cristale de hidroxiapatită, cu o prezență minimă a apei.

B. Dentina primară medie este dentina care se caracterizează prin prezența unei cantități variabile de tubuli, cu sau fără procese odontoblastice intraluminal, cu o densitate de aproximativ 25 000 tubuli / mm², și cu un diametru între 1,5μ și 1,8μ, ceea ce face ca acest substrat adeziv să fie eficient, deoarece dentina intertubulară prezintă fibre colagene, hidroxiapatită și apă în cantități intermediare relativ la dentina superficială și cea profundă.

C. Dentina primară / secundară profundă este reprezentată de dentina primară sau secundară (în funcție de vârsta dintelui pe arcadă), adiacentă pulpei dentare, în strânsă legătură cu predentina (fig. 17). Lumenul tubulilor dentinari este ocupat de către procesele odontoblastice primare, atingând un diametru mediu de 3,2μ până la 4,6μ și o densitate de 66 000 până la 90 000 / mm². Reprezintă substratul adeziv cel mai deficitar, pentru că diametrul și densitatea tubulilor dentinari micșorează suprafața disponibilă de dentină intertubulară, crescând cantitatea relativă de apă, cu scăderea colagenului și a hidroxiapatitei.

D. Dentina scleroasă reprezintă dentina hipermineralizată care obturează parțial lumenul tubulilor dentinari (fig. 18). Se formează ca un răspuns pulpar la stimulii generați prin agresiunile externe de intensitate redusă, cum ar fi cariile cu evoluție lentă, abraziunea sau atriția. Se caracterizează prin prezența stratului odontoblastic, cu unele modificări structurale. Atunci când dentina este expusă, proteinele plasmatice și metaboliții sunt transportați de către fluidul dentinar către zona de dentină intratubulară hipermineralizată, crescându-i grosimea și micșorând lumenul, pe seama cristalelor cu un înalt conținut de calciu. Această dentină hipermineralizată este adecvată pentru adeziune.

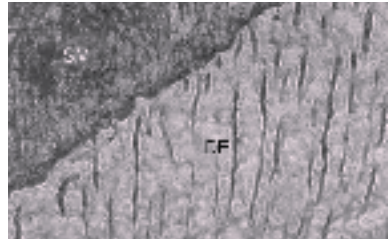


Fig. 16. Dentina superficială, săracă în tubuli dentinari și cu o reprezentare semnificativă a porțiunii intertubulare.

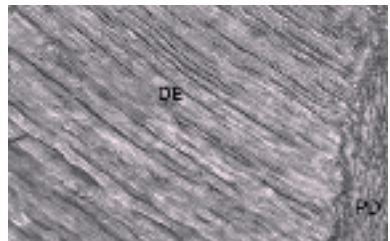


Fig. 17. Dentina profundă – se observă densitatea mare de tubuli dentinari, cu scăderea cantității de dentină intertubulară.

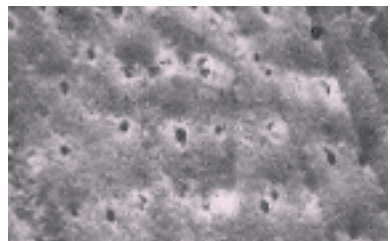


Fig. 18. Dentină scleroasă generată de un proces lent de abraziune, cu reducerea lumenului tubulilor dentinari și creșterea cantității de dentină intertubulară.

E. Dentina terțiară de reacție este sintetizată și depozitată ca răspuns la stimulii generați prin agresiunile patologice externe de intensitate moderată, care nu ajung să distrugă bariera odontoblastică – unele carii cu evoluție lentă, manopere terapeutice, abraziunea, etc., care stimulează odontoblastele să producă rapid și dezorganizat dentină, cu modificarea formei camerei pulpare. Această dentină, în strâns contact cu pulpa dentară, reprezintă un substrat adeziv slab, nesigur.

F. Dentina terțiară de reparație se formează în urma stimulilor datorati agresiunilor externe patologice severe (carii, fracturi, abfracție, căldură generată de instrumentarul rotativ), care determină distrugerea barierei odontoblastice. Celulele mezenchimale nediferențiate înlocuiesc odontoblastele pierdute (care nu se pot reface prin mitoze celulare) cu celule „odontoblastoide”, care cicatrizează plaga dentinară printr-o punte de dentină care deformează conturul camerei pulpare. Neodentina astfel formată are o structură neregulată, cu o minimă cantitate de tubuli dentinari, reprezentând un substrat dezorganizat, anarhic, neindicat pentru adeziune.

G. Dentina dinților tratați endodontic este un substrat discutabil pentru adeziune în condiții normale, deoarece fibrele de collagen se găsesc în stadii diferite de denaturare și microfractură, datorită modificărilor produse la nivelul țesuturilor dure dentare prin dispariția organului pulpar și pierderea vitalității. Este însă interesant de notat faptul că adeziunea rășinilor este posibilă prin intermediul condiționării cu acizi de concentrație crescută, care activează, demineralizează suprafața și măresc diametrul tubulilor dentinari, favorizând efectul geometric și reologic cu formarea dopurilor de rășină.

H. Dentina cariată prezintă două straturi bine diferențiate:

1. stratul extern, alterat – este un țesut infectat care conține aproximativ 100.000.000 de bacterii pe gramul de dentină, cu deficit de proteine și puternic demineralizat de acțiunea acizilor slabi în concentrație redusă, care acționează o perioadă îndelungată și rezultă în urma metabolismului microbial. Componenta organică este denaturată și degradată ireversibil, fără a mai avea suport mineral, ea fiind irecuperabilă și trebuind să fie eliminată în totalitate;

2. stratul intern, demineralizat – reprezintă un țesut cu o densitate mult mai scăzută de microorganisme care conține aproximativ 100.000 de bacterii / gram, cu predominanța microorganismelor acidogene, cu componenta organică normală sau denaturată reversibil. Acest strat poate fi recuperat, urmărindu-se anumiți algoritmi de diagnostic și operatori.

I. Dentina denudată prin fractură – este expusă în mediul bucal în urma unui traumatism. Caracteristicile structurale și compoziția sunt variabile, în funcție de profunzimea țesutului afectat și de direcția liniei de fractură. Reprezintă dentină sănătoasă, fără detritus, cu tubuli dentinari permeabili și gata de aplicarea procedurilor necesare adeziunii.

J. Dentina denudată prin atriție – nu apare decât în condiții de uzură avansată, excesivă, cel mai frecvent patologică (bruxism, dsifuncție ocluzală importantă, ș.a.). Leziunile sunt prezente în zonele de contacte directe dento-dentare (suprafețe ocluzale / incizale) și se caracterizează printr-o evoluție lentă, sensibilitate redusă și margini de smalț nete, bine precizate, adesea anfractuase. Dentina expusă este sănătoasă, fără detritus, cu diametru redus al canaliculelor dentinare .

K. Dentina denudată prin abraziune – apare mai frecvent datorită capacității abrazive a unor componente din pastele de dinți utilizate pentru igiena orală, prin manevre de periaj incorecte, intempestive. Leziunile sunt localizate cervical și se caracterizează printr-o evoluție lentă, sensibilitate redusă și margini de smalț netede, regulate, ușor rotunjite. Dentina expusă este sănătoasă, fără detritus, cu diametrul tubulilor dentinari micșorat.

L. Dentina denudată prin abfracție – smalțul, țesut de acoperire provenit din ectoderm, și dentina, țesut de suport derivat de la nivelul mezodermului, formează o unitate structurală care se menține în mod normal pe toată durata vieții dintelui pe arcadă.

Pentru a rezista tensiunilor induse de forțele ocluzale, smalțul se comportă precum un acoperiș dur, care se deformează împreună cu dentina (care este mai elastică), fără a se fractura.

Când aceste deformări depășesc posibilitățile oferite de modulul de elasticitate al smalțului, datorită stresului ocluzal mare (bruxism, disfuncție ocluzală, etc.) apar fisuri în smalț și microfracturi în dentină, inițial în zona adiacentă joncțiunii smalț-cement, care stau la originea fenomenului de abfracție.

M. Dentina denudată prin eroziune – eroziunile reprezintă rezultatul acțiunii acizilor de proveniență exogenă sau endogenă (sursă diferită de placa microbiană dentară), organici sau anorganici, slabi sau tari, asupra smalțului și ulterior asupra dentinei. Modificarea echilibrului fosfo-calcic de la nivelul dinților duce la apariția unor leziuni cu lipsă de substanță dură dentară, cu baza în dentină și margini crenelate. Dentina prezintă tubuli dentinari permeabili, caracterizându-se printr-o sensibilitate marcată.

Indiferent de tipul de dentină, adeziunea corespunzătoare se realizează atunci când suprafața activă are energie înaltă, este puternic umectabilă, tubulii dentinari sunt sigilați sau obliterați permanent iar substanțele utilizate au compatibilitate fizico-chimică și biologică.

Dentina poate fi condiționată astfel încât să se obțină o suprafață cu energie înaltă, prin mecanisme asemănătoare condiționării smalțului, cu ajutorul acizilor concentrați, dar aceleași rezultate se pot obține și prin utilizarea acizilor slabi în concentrații scăzute și monomeri acizi.

Dentina instrumentată rotativ nu prezintă tubuli dentinari deschiși, așa cum multă vreme s-a crezut, ci este acoperită de un strat denumit detritus dentinar, cu proiecții intratubulare la nivelul dentinei superficiale și medii.

Acest strat a fost prima oară descris de Boyde, în 1963, iar compoziția sa structurală a fost studiată de Eick în 1970, cu ajutorul microscopului electronic de baleiaj și altor tehnici de microscopie, demonstrându-se că este format în principal din fosfat de calciu și substanțe organice. În 1984, Brännström a catalogat acest strat ca fiind format din două porțiuni bine diferențiate între ele – una externă – „smear on (layer)”, care este amorfă, și una internă – „smear in (plugs)”, formată din particule mici care sunt introduse forțat în interiorul orificiilor tubulilor dentinari, formând dopuri.

Grosimea acestui strat oscilează între 0,5 μ și 5,5 μ pentru porțiunea externă și 4,5 μ -8,6 μ pentru dopurile dentinare și este direct influențată de tipul de instrumentar rotativ folosit, de turația acestuia, de căldura degajată și presiunea exercitată în timpul preparării cavităților, de vârsta dintelui pe arcadă și de profunzimea preparației.

Detritusul dentinar remanent se formează întotdeauna atunci când se efectuează prepararea unei cavități, obținând canaliculele dentinare, total sau parțial, ca un adevărat tampon biologic, diminuând permeabilitatea dentinară, umiditatea superficială și realizând un strat important pentru procesul de adeziune. Stratul superficial al smear-layer-ului, denumit și „pseudo-smear-layer” conține prisme adamantine desprinse în urma preparării cavităților, resturi organice și anorganice adamantine și dentinare, hidroxiapatită și microorganisme, particule mai mari de 5 μ , care nu aderă la pereții preparației. Este obligatoriu ca acest strat să fie eliminat prin spălare, pentru realizarea toaletei cavității, el producându-se numai atunci când prepararea cavității se realizează în câmp uscat. El nu există atunci când instrumentarea se realizează cu instrumentar rotativ la turație înaltă și răcire permanentă cu jet de apă.

Stratul profund, sau cel adevărat, în legătură foarte intimă cu țesutul dentinar restant, conține componente prezente și la nivelul dentinei: colagen, glicozaminoglicani, proteoglicani, toate acestea denaturate, resturi ale odontoblastelor, hidroxipatită, bacterii și particule mici minerale, între 0,3 μ și 2 μ , care aderă puternic la pereții preparației, datorită atracției electrostatice.

Acest strat poate fi activat sau dizolvat de enzime, agenți chelatori, acizi cu concentrație mai mare sau mai mică și monomeri acizi. Suprafața dinspre exterior a acestui strat prezintă o cantitate mare de glicoproteine în diferite stadii de denaturare, nefiind un substrat adecvat pentru adeziune, în consecință trebuind eliminat.

Atunci când prepararea cavității se face pe un dinte vital, stratul de detritus dentinar remanent prezintă hiatusuri cu diametrul de 0,6 μ -1,8 μ , care realizează o soluție de continuitate de-a lungul căreia se scurge fluidul dentinar, datorită presiunii de la nivel intrapulpar.

Dopurile dentinare pot să nu existe la nivelul suprafețelor situate în dentina profundă, unde prelungirea odontoblastică ocupă aproape în întregime lumenul canaliculului dentinar.

Compoziția și caracteristicile microscopice diferite ale detritusului dentinar remanent sugerează faptul că există diferite tipuri de tratament care se pot aplica, după cum acesta poate fi considerat fie un țesut dentinar „deformat”, fie un detritus care trebuie eliminat. În urma cercetărilor realizate în 1996 de Uribe-Echevarria și colab., asupra caracteristicilor microscopice și echilibrului fosfo-calcic ale dentinei normale și detritusului dentinar autorii au ajuns la concluzia că acest strat poate fi considerat ca o denaturare a țesutului dentinar, similară celeia care apare și în alte țesuturi conjunctive atunci când suferă leziuni superficiale și nu ca un simplu reziduu ce va trebui îndepărtat.

Recomandarea este ca, de obicei, atunci când se realizează adeziunea la dentină, să se condiționeze suprafața dentinară cu acizi concentrați, atât atunci când există smear-layer, cât și în cazul fracturilor, abraziunii, abfracțiilor și eroziunilor, când nu există detritus, iar tubulii dentinari sunt direct expuși.

De-a lungul tubulilor dentinari, acoperiți sau nu de detritus, exsudează în mod permanent un fluid: limfa dentinară, care umectează suprafețele de dentină denudate, atunci când dintele este vital.

Complexul pulpo-dentinar funcționează ca un tot unitar, deoarece componentele sale au toate aceeași origine embriologică. Fluidul care umectează în permanență suprafața dentinară expusă a dinților vitali este un filtrat de plasmă sanguină, cu un conținut proteic de 5 ori mai redus, asemănător și altor filtrate din organism, în care raportul albumine/globuline rămâne același cu cel din plasmă.

În urma unei răni la nivelul epidermei, cu expunerea țesutului subiacent, se produce un exsudat plasmatic sau sanguin, în concordanță cu profunzimea și severitatea leziunii. Rolul acestuia este de a proteja conținutul mediului intern, cu evitarea infecțiilor și cu promovarea vindecării prin cicatrizare. Atitudinea terapeutică este de a se efectua toaleta plăgii, de a se aplica un agent bactericid și bacteriostatic și apoi un bandaj.

În cazul plăgii dentinare, situația este foarte asemănătoare. Exsudatul depinde de mărimea plăgii, de localizarea și profunzimea sa, de vârsta dintelui și de timpul de expunere. O plagă dentinară nesigilată poate prezenta un exsudat permanent al fluidului dentinar, care dacă nu este controlat, este capabil de a produce la nivelul pulpei stimuli care pot genera perturbații, cum ar fi inflamația pulpară.

Aceste particularități tisulare date de prezența fluidului dentinar fac ca suprafața dentinară a dinților vitali să fie în permanență umedă, cu influențe importante asupra tehnicilor de lucru și a rezultatelor adeziunii.



3. SISTEME ADEZIVE AMELO-DENTINARE

3.1. Date generale privind abordarea terapeutică a substratului pentru adeziune prin gravaj acid

În ultimii 30 de ani, clinicienii s-au confruntat cu o continuă și destul de rapidă dezvoltare a materialelor bazate pe adeziune. Aceasta a început la jumătatea anilor '60, cu lansarea primei rășini compozite pentru restaurare, urmată în anii '70 de introducerea tehnicii demineralizării acide în practica clinică.

Adeziunea efectivă la smalț a fost realizată relativ ușor și s-a dovedit a fi o procedură durabilă și de încredere, din punct de vedere clinic, pentru aplicații de rutină în odontoterapia restauratoare adezivă.

Deși adeziunea la dentină nu este așa durabilă ca aceea la smalț, începând din anii '90 și mai ales după 2000, adezivii dentinari actuali obțin rezultate superioare în laborator și dovedite clinic, apropiindu-se de performanțele adeziunii la smalț. (Perdigão și Lopes, 1999; Inoue și colab. 2000; Tanumiharja, Burrow și Tyas, 2000 precum și Van Meerbeek și colab., 1998; Brunton și colab., 1999; Folwaczny și colab., 2000; Van Dijken, 2000).

Vechii adezivi dentinari unifazici au devenit sisteme multifazice, din ce în ce mai complicate, consumatoare de timp și sensibile din punct de vedere al procedurii de aplicare.

La începutul anilor '90, tehnica condiționării selective a smalțului a fost înlocuită de conceptul condiționării totale. De atunci, adezivii universali au fost aplicați simultan pe smalț și dentină. Acum, când aceștia au căpătat o capacitate adezivă acceptabilă clinic, ultimele cercetări s-au concentrat pe simplificarea procesului multifazic și reducerea sensibilității sale datorită erorilor de manipulare în cabinet.

Primele încercări de a produce un sistem de adeziune la dentină i se datorează lui Hagger, un chimist elvețian, în 1951. Primul produs comercial a fost folosit pentru aderarea unei rășini acrilice autopolimerizabile la dentină. Acest material se baza pe acid dimetacrilat glicerofosforic.

Buonocore și Quigley, folosind o rășină ce conține acid dimetacrilat glicerofosforic, au demonstrat că grupul fosfat pot forma combinații chimice cu constituenții dentinei.

La concluzii similare au ajuns și Kramer și Mc Lean. Această idee a deschis o nouă eră în adeziunea dentinară, dar din păcate nu a putut fi utilizată deoarece materialele de restaurare folosite în anii '50 erau toate bazate pe metil-metacrilati, care nu permiteau o adeziune dentinară de durată.

În 1959, Bowen obține în SUA prima formulă a rășinii bis-GMA, patentată în 1962. Ulterior, după ce Knight și colab. au introdus rășinile uretan-dimetacrilat pentru uz industrial, Forster și Walker au inițiat utilizarea uretan-dimetacrilatului în compoziția rășinilor compozite stomatologice. Acești noi compuși au avantajul unei greutate moleculare mai mari și al unei vâscozități mai mici.

Din punct de vedere clinic, un adeziv dentinar trebuie să îndeplinească mai multe calități:

- să realizeze o adeziune puternică la dentină, comparabilă cu cea la nivelul smalțului. Forța de adeziune obținută trebuie să asigure contracararea contracției de priză (de polimerizare) a materialului de restaurare;
- să închidă ermetic canaliculii dentinari. În felul acesta sunt împiedicate mișcările limfei dentinare și instalarea sensibilității postoperatorii;
- adeziunea să se realizeze și în prezența umidității pe substrat ("moist / wet bonding");
- biocompatibilitate;
- sistem de polimerizare eficient: auto-, foto- sau dual;
- grosimea stratului adeziv să fie optimă (cca. 20 μm);
- realizarea rapidă a adeziunii, adică durata până la producerea reacției de polimerizare să fie de ordinul secundelor / minutelor;
- adeziunea să se realizeze la mai multe substraturi. Este avantajoasă folosirea unui singur sistem adeziv care aderă în mod egal la smalț, dentină, cement, metal, porțelan;
- să fie manipulat și aplicat ușor, în timp scurt;
- compatibilitate cu materialul de restaurare finală (cel mai frecvent: un material compozit, cu reacție de priză bazată pe polimerizare).

În configurația inițială a adezivilor, faza de gravaj este urmată de aplicarea primer-ului și apoi aplicarea rășinii de colaj. Aceștia se numesc adezivi "total etch" în 3 timpi. Ulterior, adezivii "total etch" în 2 timpi combină primer-ul și rășina adezivă într-o singură aplicare. Un nou pas în abordarea adeziunii a fost constituit de introducerea sistemelor cu primeri autogranți ("self etch"), aplicate în 2 timpi sau într-un singur timp (tabelul II).

Tab. Nr. II. SISTEME ADEZIVE AMELO-DENTINARE

PRODUS COMERCIAL	PRODUCĂTOR
Adezivi "într-un timp" pentru compomeri	
Ariston Liner (Ariston)	Vivadent
Compoglass SCA (Compoglass)	Vivadent
F2000 Adhesive (F2000)	3M-ESPE
Hytac OSB (Hytac)	3M-ESPE
Prime Et Bond 2/1 (Dyract AP)	Dentsply

PRODUS COMERCIAL	PRODUCĂTOR
Prime Et Bond NT1 (Dyract AP)	Dentsply
Adezivi "într-un timp" autogranvanți	
AQ Bond-Touch Et Bond	Sun Medical
Etch Et Prime 3.0	Degussa
One-up Bond F	Tokuyama
Adper Prompt L-Pop	3M-ESPE
Adper Easy Bond SE	3M-ESPE
Syntac 3 (self-etch) ²	Vivadent
Xeno IV / V Single Component SE	Dentsply
iBond SE	Heraeus Kulzer
Adezivi "într-un timp" pe bază de CIS	
FujiBond LC (Liq-Liq) ²	GC
Reactmer ²	Shofu
Adezivi "în doi timpi" pe bază de CIS	
FujiBond LC ²	GC
Photac Seal ²	3M-ESPE
Adezivi "în doi timpi" autogranvanți	
ABF ²	Kuraray
Clearfil Liner Bond 2 ²	Kuraray
Clearfil Liner Bond 2V ²	Kuraray
Clearfil SE ²	Kuraray
Imperva FL-Bond ² (Fluorbond)	Shofu
NRC Prime Et Bond NT ²	Dentsply
OptiBond FL (no-etch) ²	Kerr
Optibond Solo Plus ²	Kerr
Sustel (F2000)	3M-ESPE
Unifil BOND	GC
Coltène ART Bond ³	Coltène
Denthesive II ³	Heraeus-Kulzer
Ecusit Primer-Mono ³	DMG
Imperva Bond (no-etch) ³	Shofu

PRODUS COMERCIAL	PRODUCĂTOR
Adper Scotchbond 2 SE ³	3M-ESPE
Solid Bond ³	Heraeus-Kulzer
Superlux Universalbond 2 ³	DMG
Syntac ³	Ivoclar Vivadent
XR-Bond ³	Kerr
AdheSe	Ivoclar Vivadent
Xeno III Single Step SE	Dentsply
Adezivi "în doi timpi" cu gravaj acid total ("total-etch": "one-bottle")	
Bond 1	Jeneric/Pentron
Dentastic Uno	Pulpdent
Dentastic Duo	Pulpdent
EasyBond	Parkell
Everbond ²	3M-ESPE
Excite ²	Vivadent
Gluma 2000	Bayer
Gluma One Bond	Heraeus-Kulzer
Gluma Comfort Bond	Heraeus-Kulzer
One Coat Bond	Coltène
One Step	BISCO
Optibond SOLO ²	Kerr
Prime Et Bond 2.1	Dentsply
Prime Et Bond 2.1 Dual Cure	Dentsply
Prime Et Bond NT ²	Dentsply
Prime Et Bond NT Dual Cure ²	Dentsply
PQ1 ²	Ultradent
Scotchbond 1 (Single Bond)	3M-ESPE
Snapbond	Cooley & Cooley
Solist	DMG
Solobond M	Voco, Cuxhaven
Stae	Southern Dental Industries (SDI)
Syntac Single-Component	Vivadent

PRODUS COMERCIAL	PRODUCĂTOR
Syntac Sprint	Vivadent
Syntac 3	Vivadent
Tenure Quick (with Fluoride)	Den-Mat
Adezivi "în trei timpi" cu gravaj acid total ("total-etch")	
ABC Enhanced	Chameleon
Aelitebond	BISCO
All-Bond 2	BISCO
Amalgambond Plus	Parkell
Clearfil Liner Bond ^{2,4}	Kuraray
Dentastic	Pulpdent
Denthesive	Heraeus-Kulzer
EBS	3M-ESPE
EBS Multi	3M-ESPE
Gluma Bonding System	Bayer
Gluma CPS	Bayer
Imperva Bond	Shofu
Mirage Bond	Chameleon
OptiBond (total etch) ²	Kerr
OptiBond FL (total etch) ²	Kerr
PAAMA ²	Southern Dental Industries (SDI)
Permagen	Ultradent
Permaquik ²	Ultradent
Quadrant UniBond	Cavex Holland
Resobond 3	Lee Pharmaceuticals
Scotchbond Multi-Purpose	3M-ESPE
Scotchbond Multi-Purpose Plus	3M-ESPE
Solid Bond	Heraeus-Kulzer
Super-Bond D Liner	Sun Medical
Tenure S	Den-Mat

¹Adeziv monocomponent folosit în asociere cu un material de restaurare eliberator de ioni;

²Sisteme adezive care oferă adezivi cu particule de umplutură minerală;

³ Adezivi autogravanti inițiali, concepuți pentru aplicare doar pe dentină, în timp ce smalțul necesită gravare separată cu acid fosforic >30%;

⁴ Clearfil Liner Bond se aplică în patru timpi, deoarece rășina adezivă se utilizează în asociere cu Protect Liner (rășină fluidă cu particule de umplură silicice).

Adeziunea la smalțul demineralizat necesită, teoretic, o suprafață uscată, pentru a permite agentului adeziv fotopolimerizabil, hidrofoab, să fie atras prin capilaritate în microretențiile create de gravarea acidă. Vor rezulta 2 tipuri de prelungiri (digații) ale rășinii adezive:

- macroprelungirile se formează circular în spațiile dintre prismele de smalț periferice;
- microprelungirile sunt formate în centrul prismelor de smalț, unde rășina pătrunde în numeroasele fisuri rezultate în urma dizolvării cristalelor de hidroxiapatită.

Chiar dacă cele mai multe studii referitoare la tehnicile adezive, s-au concentrat mai ales asupra adeziunii la dentină, importanța eficacității adeziunii la smalț nu poate fi neglijată odată cu dezvoltarea noilor sisteme adezive.

Adeziunea la smalț rămâne cea mai importantă din punct de vedere clinic. De aceea, păstrarea unei suprafețe cât mai mari de smalț utilizabilă pentru adeziune rămâne cea mai importantă regulă în prepararea unei cavități pentru o restaurare prin tehnică adezivă.

Mecanismul adeziunii la dentină este asemănător în cazul ambelor sisteme de adeziune, în 3 sau 2 timpi "total etch".

Detritusul dentinar produs în timpul preparării cavităților este înlăturat de etapa de gravare – spălare, rezultând o demineralizare a suprafeței dentinare de 3-5 μm. Fibrele de colagen sunt aproape dezgolite de hidroxiapatită, formând o rețea de microretenții, în vederea incorporării micromecanice a monomerului.

Acest tip de adeziune a fost descris pentru prima dată de Nakabayashi, Kojima și Masuhara în 1982, și a fost denumit în mod curent strat hibrid. Concomitent hibridizării, extensiile rășinii sigilează și canaliculele dentinare, oferind o retenție suplimentară prin hibridizarea orificiilor pereților canaliculelor dentinare.

În urma acestui proces de hibridizare, au fost descrise 3 sisteme de organizare tridimensională ale structurilor microscopice de retenție.

- Unul dintre sisteme, descris ca un covor stufoș ("shag carpet") reprezintă organizarea fibrelor de colagen direcționate spre rășina adezivă și adesea prinse de microprelungiri.

Acest aspect apare tipic când suprafața dentinară, după gravarea acidă, a fost curățată activ cu o soluție acidă de primer.

O imagine asemănătoare a fost observată ca rezultat al prelucrării cu acid citric a suprafețelor radiculare, în cadrul tratamentului periodontal de regenerare tisulară. Acțiunea fizică de frecare combinată cu acțiunea chimică a acidului citric, crește posibilitatea îndepărtării unui procent mai mare de substanță anorganică și de deșeuri dentinare. Astfel rezultă o suprafață dentinară pe care topografia fibrelor de colagen imită aspectul descris mai sus ("shag carpet").

În acest mod, acțiunea combinată mecano-chimică de frecare a suprafeței dentinare demineralizate acid cu un primer gravant (sau cu o combinație primer/adeziv) probabil că dizolvă o cantitate adițională de substanță minerală dentinară, în timp ce "descurcă" și distanțează fibrilele de colagen colabate și "încălcite". Această aplicare activă prin frecarea suprafeței se presupune că realizează infiltrarea monomerilor în

structura spațială redimensionată a colagenului printr-un efect de "masaj".

- Un al doilea tipar caracteristic de hibridizare a fost descris drept hibridizarea pereților canaliculelor dentinare ("tubule-wall hybridization") și reprezintă extinderea stratului hibrid în zona adiacentă a pereților canaliculari. Prolungirile rășinii din canaliculele deschise sunt înconjurate circular de un perete hibridizat al orificiului canalicular. Acesta se pare că este favorabil sigilării ermetice a complexului pulpo-dentinar împotriva microinfiltrațiilor și a potențialei penetrări a microorganismelor spre pulpa dentară. Efectul poate fi protector, în special, atunci când adeziunea nu reușește pe o suprafață sau pe cealaltă a stratului hibrid; acestea sunt considerate cele 2 laturi slabe ale atașării micromecanice. Astfel, baza retențiilor din primii 5-10 μm ai canaliculelor dentinare contribuie cel mai mult la retenție și reușita sigilării, lungimea totală a extensiilor rășinii fiind privite ca un lucru de importanță secundară.

- În al treilea rând, hibridizarea laterală a canaliculului, a fost descrisă ca o suprafață fină de strat hibrid în pereții laterali ai canaliculelor dentinare. Acest micro-strat hibrid înconjoară un miez central de rășină numit "microprelungire a rășinii".

O comparație a avantajelor și dezavantajelor sistemului condiționării totale în 3 timpi este dată în tabelul III.

Tab. Nr. III. AVANTAJELE ȘI DEZAVANTAJELE ADEZIVILOR "TOTAL-ETCH" ÎN 3 TIMPI

AVANTAJE	DEZAVANTAJE
• Aplicare separată a condiționantului, primerului și rășinii adezive;	• Riscul de a demineraliza prea mult dentina (concentrație înaltă a acizilor demineralizanți);
• Cea mai scăzută vulnerabilitate la corectitudinea tehnicii de aplicare;	• Tehnică consumatoare de timp (procedeu de aplicare în 3 timpi);
• Forța de adeziune la smalț și dentină demonstrată atât clinic cât și experimental;	• Necesită fază separat de spălare, după condiționarea acidă (consumatoare de timp și risc de contaminare din cavitatea bucală);
• Cea mai bună adeziune la smalț;	• Vulnerabilă la supraumectarea sau suprauscarea suprafeței dentinare condiționate;
• Rezultatele cele mai eficiente și mai constante	• Interacțiune și interdifuziune mediocră monomer-rețeaua de colagen (ceea ce poate favoriza nanoinfiltrația marginală și degradarea precoce a legăturii adezive.
• Posibilitate de utilizare a rășinii adezive cu particule de umplutură minerală ("absorbantă" de tensiuni interne).	

Deși procedeu de aplicare a celor mai noi sisteme: "un singur flacon" sau sistemul condiționării totale în 2 pași, poate fi mai simplu datorită reducerii cu o etapă, timpul de lucru nu a fost substanțial redus comparativ cu sistemele convenționale în 3 etape. (tabel III).

În sistemele convenționale, primerul trebuie să asigure:

- o umezire eficientă a fibrelor de colagen, în ciuda impregnării suprafeței reziduale;
- să transforme un țesut hidrofil într-unul hidrofob;
- să transporte suficienți monomeri în canalele interfibrilare.

La rândul său, rășina adezivă trebuie:

- să umple porii remanenți dintre fibrele de colagen;
- să formeze extensii ce vor umple canaliculele dentinare deschise;
- să inițieze și să permită avansarea reacției de polimerizare;
- să stabilizeze stratul hibrid și prelungirile rășinii;
- să ofere suficient metacrilat pentru copolimerizarea cu rășina restauratoare ulterior aplicată.

În sistemele simplificate ("un singur flacon"), funcțiile primerului și rășinii adezive ar trebui să fie perfect combinate. În consecință, dependența crescută de calitatea tehnică pretențioasă a acestor sisteme a fost adesea invocată (Finger și Balkenol, 1999; Perdigão, Swift și Lopes, 1999; Inoue, 2000; Blunck, 2000).

Cu cât combinația primer / rășină din soluție prezintă o proporție solvent / monomer mai crescută, cu atât crește riscul ca acești adezivi să fie aplicați în strat prea subțire (tabelul IV).

Tab. Nr. IV. AVANTAJELE ȘI DEZAVANTAJELE ADEZIVILOR "TOTAL-ETCH" ÎN 2 TIMPI

AVANTAJE	DEZAVANTAJE
Prezintă caracteristicile de bază ale sistemelor adezive în 3 timpi;	Aplicarea nu este semnificativ mai rapidă (necesită straturi multiple succesive);
Procedura de aplicare simplificată prin reducerea unui timp de lucru;	Vulnerabilitate crescută la tehnica de aplicare (prin repetarea manoperelor de aplicare a mai multor straturi);
Posibilitatea de preambalare/predozare pentru unică utilizare: <ul style="list-style-type: none"> • compoziție stabilă și constantă; • evaporare controlată a solvenților; • aplicare în condiții igienice (dispare riscul contaminării încrucișate). 	Riscul realizării unui strat adeziv prea subțire (nu apare pelicula lucioasă, nu se produce preluarea șocurilor, polimerizare insuficientă prin inhibiția dată de oxigen);
Posibilitate de utilizare a rășinii adezive cu particule de umplutură minerală (absorbantă de tensiuni interne).	Efectele tehnicii "total-etch": <ul style="list-style-type: none"> • riscul demineralizării excesive a dentinei; • necesită fază separată de spălare după condiționare; • vulnerabilă la supraumectare sau suprauscare; • interacțiune și interdifuziune mediocră monomer/rețeaua de colagen.

Pentru a realiza o adeziune adecvată, este de o importanță majoră ca această soluție unică din sistemele "un singur flacon", să fie aplicată din abundență.

Monomerii trebuie să fie în aport suficient, nu numai pentru a satura rețeaua fibrilară de collagen expusă, dar și pentru a realiza un strat de rășină de grosime corespunzătoare deasupra stratului hibrid.

Acest strat de rășină (ce în prealabil a fost polimerizat pentru aplicarea compozitului restaurator), trebuie privit ca un strat intermediar flexibil, amortizor al tensiunilor interne.

În conceptul "adeziunii elastice", bonding-ul trebuie să ajute la protecția legăturii adezive împotriva desprinderii precoce cauzată de contracția compozitului polimerizat supraiacent.

Așadar, când se folosește sistemul "un singur flacon", este recomandată aplicarea de straturi multiple pentru a asigura un film suficient de gros de rășină polimerizată deasupra stratului hibrid.

Această metodă este necesară, în special, când se folosește o soluție primer/adeziv cu un conținut crescut de acetona.

Așa-numitul "nanofiller" adăugat la anumite sisteme adezive de tip "un singur flacon", poate de asemenea ajuta la realizarea unui film uniform, ce stabilizează stratul hibrid.

După aplicarea primerului, suprafața trebuie să apară lucioasă, fără așa numitele "pete uscate", aceasta fiind indicația clinică a aplicării adecvate și suficiente a rășinii.

Adăugarea de nanofiller trebuie privită ca benefică, în special sub acest ultim aspect, mai degrabă decât percepută drept un element care va infiltra rețeaua fibrilară de collagen expusă și care va "ranforșa" stratul hibrid, așa cum s-a afirmat teoretic.

Microscopia electronică de transmisie (TEM) a unor secțiuni necolorate demonstrează clar că rețeaua fibrelor de collagen nu "filtrează" particulele de nanofiller, care rămân la suprafața stratului hibrid.

Pe lângă aceasta, nu poate fi evident dovedit că penetrarea nanofillerului în stratul hibrid ar întări sau ar crește stabilitatea adeziunii. A dovedi acest lucru este foarte greu, dacă nu imposibil.

3.2. Aspecte specifice privind adezivii cu primeri autogranți

Abordarea terapeutică alternativă se bazează pe utilizarea de monomeri acizi, care nu necesită îndepărtare prin spălare și care acționează simultan, cu rolul de condiționant acid și de primer, pentru smalț și dentină.

Conceptul de primer autogrant a fost introdus la începutul anilor '90 (tabel I). Acest sistem a fost indicat inițial doar pentru aplicare dentinară, necesitând gravarea smalțului într-o etapă separată.

Adezivii autogranți uzuali oferă formule de structură pentru monomeri care să realizeze simultan condiționarea acidă și efectul de primer.

Cei mai mulți adezivi autogranți implică 2 timpi în tehnica de lucru: aplicarea primerului autogrant urmată de aplicarea rășinii adezive (tabel I).

În ultimul timp au fost comercializați adezivi autogranți "într-un timp", numit adezivi "all-in-one", combinând condiționarea acidă, efectul de primer și aplicarea rășinii adezive într-o singură aplicare (tabel I).

În afara de clasificarea pe baza numărului de timpi de aplicare, adezivii autogranți sunt clasificați în adezivi „blânzi” și „agresivi”, în raport cu pH-ul realizat și, în consecință, cu potențialul lor grant (tabelul V).

Tab. Nr. V. CLASIFICAREA ADEZIVILOR AUTOGRAVANȚI DUPĂ POTENȚIALUL LOR ACID

„MOI” (pH = ± 2)	„TARI” (pH ≤ 1)
Clearfil Liner Bond 2V (Kuraray)	NRC (Non-Rinse Conditioner) Prime Et Bond NT (Dentsply)
Clearfil SE Bond (Kuraray)	Adper Prompt L-Pop (3M ESPE)
F2000 Primer/adhesive (3M ESPE)	AdheSE (Vivadent)
Imperva FL-Bond (Shofu)	
Mac-Bond II (Tokuyama)	
One-up Bond F (Tokuyama)	
PQ/Universal (Ultradent)	
Unifil Bond (GC)	

Mecanismul adeziunii la dentină a adezivilor autogranvanți moi este, de asemenea, bazat pe hibridizare, dar straturile hibride sunt submicronice și prelungirile rășinii sunt mai puțin pronunțate.

În aceste straturi hibride submicronice, fibrele de colagen nu au pierdut complet hidroxiapatita (spre deosebire de adeziunea de tip „total-etch”).

Această hidroxiapatită reziduală poate fi folosită ca receptor pentru unele interacțiuni intermoleculare adiționale, în special cu grupări carboxil sau fosfat ale monomerilor funcționali.

De exemplu, legăturile ionice dintre cele 2 grupări carboxil ale 4 META (acidul 4-metacriloxietil-trimelic) ce stă la baza adezivilor autogranvanți în 2 timpi și hidroxiapatită au fost confirmate într-un studiu corelativ XPS (spectroscopie electrono-fotografică prin raze X) și TEM.

Deși nu interacționează printr-o legătură chimică primară, se consideră că acești monomeri vor fi capabili măcar să interacționeze intim cu colagenul învelit de hidroxiapatită, mai mult decât cu colagenul care și-a pierdut aproape în totalitate învelișul de hidroxiapatită, datorită tehnicii oarecum mai agresive de tip „total-etch”. Mai mult decât atât, această adeziune în 2 straturi poate fi avantajoasă din punct de vedere al longevității restaurării.

Adeziunea prin abordare „self-etch” include o componentă adezivă bazată pe microretenții mecanice, care pot în anumite situații să ofere rezistență la tensiunile „acute” de desfacere a legăturii adezive (de exemplu cele care apar în timpul experimentelor de laborator pentru testarea adeziunii, care oricum, din punct de vedere clinic, pot fi considerate mai puțin relevante).

Interacțiunea adițională monomer/colagen învelit cu hidroxiapatită la nivel molecular poate avea ca rezultat o adeziune care rezistă mai bine degradării hidrolitice, acest lucru ajutând la păstrarea sigilării marginilor obturației pentru o perioadă mai lungă.

De asemenea, trebuie subliniat că deși acești adezivi autogranvanți moi au un strat hibrid submicronic, ei sunt de cele mai multe ori citați cu date despre puterea adeziunii și sigilarea marginală similare cu cele obținute de adezivi „total-etch”. Aceasta sugerează că straturile hibride ce conțin hidroxiapatită oferă aparent o adeziune adecvată și că grosimea stratului hibrid în sine (sau gradul de fixare obținut datorită

numărului retențiilor micromecanice), nu este neapărat de primă importanță. Totuși, nu sunt suficiente descrieri relevante privind distribuirea mineralelor sau/și rășinii în aceste straturi hibride submicronice ale adezivilor autogravanti „moi”.

Monomerii autogravanti ar trebui, în timp ce dizolvă detritusul dentinar, să pătrundă în dentina intactă. Cât de departe trebuie să penetreze rășina, ca să atingă obiectivele cerute, rămâne incert. S-a dovedit că adezivii autogravanti „tari” prezintă o ultra-morfologie a interfeței la dentină asemănătoare celei produse de adezivii „total-etch”, deci mecanismul lor de adeziune la dentină este asemănător cu cel al adezivilor „total-etch”. Aceasta înseamnă că aproape toată hidroxiapatita este înlăturată de pe colagen și astfel este exclusă orice interacțiune chimică între hidroxiapatită și grupările funcționale ale monomerilor, în plus evidențiindu-se numeroase prelungiri ale rășinii.

Clinic, sistemele autogravante nu numai că simplifică procedura adeziunii, reducând numărul timpilor de lucru, dar de asemenea pot elimina unele dintre punctele sensibile ale tehnicii sistemelor „total-etch” (tabelul VI)

Tab. Nr. VI. AVANTAJELE ȘI DEZAVANTAJELE SISTEMELOR ADEZIVE AUTOGRAVANTE

AVANTAJE	DEZAVANTAJE
<ul style="list-style-type: none"> • Gravaj acid simultan cu infiltrarea rășinii; 	<ul style="list-style-type: none"> • Rezultate insuficient verificate prin studii clinice;
<ul style="list-style-type: none"> • Nu este necesară spălarea după gravaj; 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitatea de adeziune la smalț necesită încă verificări prin studii clinice.
<ul style="list-style-type: none"> • Nu este vulnerabilă la diversele grade de umectare a dentinei; 	
<ul style="list-style-type: none"> • Procedură de aplicare care permite consum mic de timp; 	
<ul style="list-style-type: none"> • Vulnerabilitate redusă la tehnica de aplicare; 	
<ul style="list-style-type: none"> • Posibilitate de preambalare / predozare pentru unică utilizare; 	
<ul style="list-style-type: none"> • Interacțiune adecvată monomer-rețeaua de colagen 	

Mai mult decât atât, clinic nu mai reprezintă o preocupare gradul de umiditate al suprafeței dentinare după demineralizare, așa că problema „adeziunii umede” nu este relevantă pentru aceste tipuri de adezivi. Riscul infiltrării incomplete a rășinii este eliminat de infiltrarea simultană a rețelei de fibre de colagen expuse cu rășină, până la aproape aceeași distanță cu demineralizarea.

Potențialul de adeziune la smalț al adezivilor autogravanti este discutabil și va fi comentat ulterior.

3.3. Adezivi pe bază de cimenturi cu ionomeri de sticlă (CIS)

O a treia strategie de adeziune este diferită de celelalte abordări (sisteme bazate pe monomeri rășinici), ea implicând o interacțiune între un ciment ionomer de sticlă și substratul dentar (tabel I).

Reducerea vâscozității materialelor compozite de restaurare prin adăugarea de cantități crescute de rășină, a avut ca rezultat dezvoltarea adezivilor pe bază de CIS modificate prin adaos de rășini, care pot oferi aderarea rășinile compozite de structurile dure dentare.

Un pretratament scurt cu acid polialchenoic curăță suprafața dentară, îndepărtează detritusul dentinar și expune, la nivel superficial, fibrele de colagen pe o adâncime de 0,5-1 μ m; în aceste spații rășina difuzează, cu stabilirea unei adeziuni micromecanice, urmând principiul hibridizării.

Pretratamentul cu acid polialchenoic este mult mai puțin invaziv decât tradiționalul tratament cu acid fosforic, în sensul că fibrele de colagen nu sunt complet denudate de hidroxiapatită.

Adeziunea chimică este obținută adițional de interacțiunea ionică a grupărilor carboxil ale acidului polialchenoic cu calciul din hidroxiapatita ce rămâne atașată de fibrele de colagen.

Așa cum s-a menționat mai sus, pentru adezivii autogranvanți „blânzi”, această adeziune chimică suplimentară poate fi benefică, în special din punct de vedere al rezistenței la degradări hidrolitice rapide (tabelul VII).

Tab. Nr. VII. AVANTAJELE ȘI DEZAVANTAJELE ADEZIVILOR PE BAZĂ DE CIS

AVANTAJE	DEZAVANTAJE
Procedură de aplicare mai rapidă și mai simplă (noi forme de prezentare lichid/lichid sunt în cercetare);	Realizarea adeziunii adecvate la smalț necesită îndepărtarea stratului de detritus ("smear layer");
Rășină adezivă vâscoasă cu particule de umplutură minerală (absorbantă de tensiuni interne);	Rezultate insuficient verificate prin studii clinice.
Potențial cariostatic prin eliberare de fluor;	
Adeziune prin două mecanisme: <ul style="list-style-type: none">• legături ionice cu hidroxiapatita;• microretenții mecanice prin hibridizare	

În concluzie, mecanismul adezivilor pe bază de ionomeri de sticlă este similar adezivilor autogranvanți „moi”.

3.4. Faze critice pentru obținerea adeziunii în condiții clinice

3.4.1. Tehnica "total-etch" față de tehnica autogravantă, pentru smalț

Din punct de vedere al abordării adeziunii "total-etch", în momentul de față, smalțul și dentina sunt demineralizate uzual cu acid fosforic de concentrație 30-40%. La începutul anilor '90 s-au încercat agenți demineralizanți din acid fosforic cu concentrație mai scăzută (10-20%) și alternative ale acestuia, cum ar fi acidul maleic sau citric, deoarece s-a considerat că actuala tehnică "total-etch" este prea agresivă pentru dentină.

În consecință, dentina nu va fi demineralizată până la o adâncime unde penetrarea rășinii ar fi inaccesibilă într-un timp relativ scurt. La câțiva ani după introducerea lor, cercetările clinice au arătat că acești agenți de gravare "total-etch" folosiți pentru dentină prepară insuficient smalțul. Smalțul se pare că necesită o demineralizare mai agresivă, aceasta fiind oferită de acidul fosforic 30-40%. Acesta, pe lângă înlăturarea stratului de detritus dentar remanent, va produce o rețea de microretenții cu o energie de suprafață foarte mare. Când sunt folosiți demineralizanți de genul acidului fosforic 30-40% pentru dentină, gravajul excesiv poate fi evitat prin aplicarea acidului mai întâi pe smalț, astfel încât smalțul să fie demineralizat mai mult timp (cel puțin 30-40 de secunde), apoi succesiv dentina va fi demineralizată cel mult 15-20 de secunde. Doar dentina scleroasă poate fi demineralizată mai mult timp fără riscul unei gravări în exces.

După gravare, condiționantul și produsele secundare trebuie spălate cu atenție, în vederea aplicării primerului și a rășinii adezive. Ca exemplu, neîndepărtarea condiționantului acid, așa cum se recomandă de către unele firme producătoare, pentru simplificarea tehnicii și reducerea numărului etapelor de lucru duce la penetrarea incompletă a suprafeței dentinare demineralizate de către rășină sau chiar la formarea unui strat hibrid ne semnificativ. În aceste situații, spălarea eficientă a condiționantului a fost suficientă pentru a obține o hibridizare adecvată, verificată experimental.

Semne de întrebare sunt adesea ridicate în privința eficacității adhezivilor autogravanti la smalț. Numeroase studii de laborator au oferit date ce sugerează eficacitate mai redusă, rareori apropiată, în comparație cu demineralizarea produsă de acidul fosforic (Perdigão și colab., 1997; Hayakawa, Kikutake și Nemoto, 1998; Yoshiyama și colab., 1998; Hannig, Reinhardt și Bott, 1999; Hara și colab., 1999; Kanemura, Sano și Tagami, 1999). Până în momentul de față, nu a fost oferită nici o dovadă clinică relevantă privind garantarea adeziunii durabile la smalț a acestor adhezivi. Pe de altă parte, nu au fost publicate rezultatele nici unei cercetări care să prezinte dovezi că, din punct de vedere clinic, adeziunea mai slabă la smalț a acestor adhezivi ar afecta longevitatea clinică a restaurărilor adezive.

Fe-SEM (microscopie electronică prin scanarea unei emisii de câmp) al interfeței smalț-rășină demonstrează clar că interacțiunea adhezivilor autogravanti depinde, în primul rând, de pH și deci de agresivitatea primerului adhezivului autogravant. În timp ce adhezivii autogravanti „tari” prezintă formațiuni de microprelungiri, sistemele „moi” abia dacă prezintă interacțiuni greu detectabile cu dentina. Corelarea între aspectele morfologice și eficacitatea clinică a adeziunii nu este încă relevantă, deci rămân necesare studiile clinice pe termen lung pentru compararea sistemelor "total-etch" și "self-etch", cu privire la longevitatea adeziunii la smalț.

Până atunci, în practica clinică, o serie de autori au indicat să se utilizeze această tehnică „self-etch” la

nivelul smalțului, astfel:

- numai pe un smalț ce a fost în prealabil „asprit” prin prelucrare cu instrumentar rotativ;
- prin menținerea primerului autogravant aplicat pe o perioadă de cel puțin 15-20 secunde;
- prin aplicarea activă a primerului, frecând suprafața smalțului;
- prin aplicare repetată de primer proaspăt.

Ca o alternativă, un demineralizant pentru gravaj acid separat poate fi aplicat înaintea primerului autogravant.

Anumite tipuri de primeri autogravanti sunt aplicate înaintea utilizării rășinilor compozite modificate cu acizi polialkenoici (compomeri), dar neavând un potențial autogravant relevant în aceste cazuri (tabel I). Cu toate acestea, producătorii recomandă compomerii în cavitațiile smalț-dentină, folosind acești adezivi într- "un singur pas", fără o etapă separată de gravare acidă. Studiile morfologice ale interfeței lor cu dentina, confirmă o acțiune demineralizantă limitată. Această acțiune este superficială, submicronică, fără o dezvelire importantă a fibrelor de colagen. Au fost observate "dopuri de detritus dentinar" ce astupau canaliculele dentinare, în cel mai bun caz acestea fiind înconjurate de rășină, formând așa-numitele "dopuri impregnate cu rășină". Acești adezivi nu sunt îndeajuns de agresivi pentru a forma pe suprafața smalțului o rețea retentivă. Mai mult decât atât, ultimele descrieri clinice arată apariția de infiltrații între suprafața smalțului și obturație la numai 6 luni de la aplicarea obturației; netratate, acestea duc rapid la dezadaptare marginală prin fracturi ale marginilor de smalț și la carie marginală secundară (Gladys, 1997; Gladys și colab., 1998). Aceste defecte timpurii ale marginilor de smalț pot fi puse doar pe seama gravării ineficiente a smalțului, datorită folosirii de primeri autogravanti „slabi”. Aceste rezultate clinice au fost confirmate "in vitro", unde primerii oferiți împreună cu compomerii au produs adeziuni ineficiente la smalț (Cortes, Garcia-Godoy și Boj, 1993; Fritz, Finger și Uno, 1996; Abate și colab., 1997; Attin, Buchalla și Hellwig, 1996; Ferrari și colab., 1998). Mai mult ca sigur că eficacitatea clinică a compomerilor poate fi îmbunătățită substanțial, prin aplicarea unui gravant acid suplimentar al smalțului, înaintea aplicării primerului autogravant, sau prin folosirea unor adezivi cu potențial autogravant mai mare.

3.4.2. Adeziunea umedă față de adeziunea uscată

După condiționarea din sistemele „total-etch”, smalțul și dentina ar trebui corect tratate în vederea unei bune penetrări a monomerilor adezivi. Pe suprafața smalțului este de preferat, teoretic, o condiționare uscată. Pe suprafața dentinară, o anumită cantitate de apă este recomandată, pentru evitarea colabării scheletului fibrelor de colagen expuse, ceea ce favorizează pătrunderea efectivă a monomerilor adezivi. În consecință, în cele mai frecvente cazuri în care cavitățile implică și smalț și dentină, clinicianul trebuie, în momentul de față, să fie capabil să realizeze la o distanță foarte mică, opțiunea între adeziune umedă și adeziune uscată.

În momentul de față, există două metode pentru realizarea unei hibridizări adecvate. Tipul adezivului și, în special, tipul solventului din primer (sau primer/adeziv) determină care din cele două metode este cea mai indicată.

O metodă este menținerea suprafeței dentare uscate și folosirea sistemelor adezive ce oferă primeri ce

conțin apă (tabelul VIII) pentru rehidratare și astfel se produce expansiunea rețelei de colagen prăbușite datorită uscării, permițând monomerilor să difuzeze eficient.

Cealaltă alternativă este menținerea suprafeței dentinare gravate acid în stare umedă și folosirea capacității atragerii și eliminării apei în exces de către primerii ce conțin acetona (tabelul VIII).

Această tehnică clinică este denumită "adeziune umedă" și a fost introdusă de Kança și Gwinnett la începutul anilor '90.

Tab. Nr. VIII. PRINCIPALELE CATEGORII DE ADEZIVI DUPĂ TIPUL DE SOLVENT PENTRU PRIMER

ACETONĂ	ACETONĂ/APĂ	ACETONĂ/ETANOL	ETANOL	ETANOL/APĂ	APĂ
ABC Enhanced (Chameleon)	AQ Bond (Sun Medical)	All Bond 2 (BISCO)	Excite (Vivadent)	Gluma Confort Bond (Kulzer)	Amalgam bond Plus (Parkell)
EG Bond (Sun Medical)	Reactmer (Shofu)		Optibond Solo Plus (Kerr)	Optibond FL (Kerr)	ART Bond (Coltène)
Gluma One-Bond (Kulzer)	Tenure Quick (Den-Mat)		PQ1 (Ultradent)	Permaquick (Ultradent)	Clearfil SE Bond (Kuraray)
One Step (BISCO)				Quadrant Unibond (Cavex)	Denthesive II (Kulzer)
Permagen (Ultradent)				Scotchbond 1 (3M-ESPE)	EBS (3M-ESPE)
PrimeEt Bond NT (Dentsply)				Syntac Sprint (Vivadent)	FujiBond LC (GC)
Solid Bond (Kulzer)					One-coat Bond (Coltène)
Solist (DMG)					Prompt L-Pop 1,2 (3M-ESPE)
Stae (SDI)					Scotchbond Multi-Purpose (3M-ESPE)
Tenure Quick F (Den-Mat)					Syntac Single Component (Vivadent)

Este foarte important pentru hibridizarea efectivă ca rețeaua fibrelor de colagen ce au fost private de suportul mineral, datorită gravării acide, să-și păstreze aspectul de burete, permițând difuziunea monomerilor în etapele ce urmează.

Deshidratarea prin uscare a dentinei gravate va induce tensiuni interne la nivelul interfeței adezive, determinând colabarea rețelei de colagen, contractarea sa și formarea unei structuri compacte ce este impenetrabilă pentru rășină.

Dacă o cantitate de apă rămâne în spațiile interfibrilare, aspectul de burete al rețelei de colagen se păstrează și spațiile interfibrilare rămân deschise. Trebuie subliniat că tehnica adeziunii umede poate garanta difuziunea eficientă a rășinii, doar dacă întreaga cantitate de apă din structura dentinară va fi eliminată și

înlocuită de monomeri, în secvența de aplicare a primerului.

În numeroase sisteme adezive actuale, monomerii hidrofilii din primeri sunt dizolvați în solvenți volatili, cum ar fi acetona sau etanolul. Acești solvenți pot ajuta la îndepărtarea apei rămase și, de asemenea, la transportul monomerilor polimerizabili în tubulii dentinari deschiși și în nano-spațiile rețelei de collagen. Solvenții primerului sunt apoi evaporati prin uscare ușoară cu jet de aer, lăsând monomerii activi în aceste spații.

Caracteristicile de bază ale principalelor tipuri de solvenți folosiți în adezivii comercializați sunt prezentate în tabelul IX.

Tab. Nr. IX. CARACTERISTICILE DE BAZĂ ALE PRINCIPALILOR TIPURI DE SOLVENȚI FOLOSIȚI ÎN ADEZIVII COMERCIALIZAȚI

ACETONĂ
<ul style="list-style-type: none">• Volatilitate ridicată (se evaporă rapid);• Excelentă îndepărtare a apei;• Agent deshidratant puternic (risc de suprauscare dentinară);• Probleme de păstrare și aplicare.
ETANOL (ÎN APĂ)
<ul style="list-style-type: none">• Capacitate de penetrare excelentă;• Soluție corespunzătoare din punct de vedere al evaporării;• Energie de suprafață favorabilă pentru umectarea rețelei fibrilare de collagen expuse.
APĂ
<ul style="list-style-type: none">• Capacitate de penetrare bună;• Potențiază capacitatea autogravantă a monomerilor acizi;• Se evaporă lent și în consecință este mai dificil de îndepărtat;• Apa remanentă poate împiedica penetrarea/polimerizarea rășinii.

Când apa din interiorul rețelei de collagen nu este evacuată complet, polimerizarea rășinii din interiorul stratului hibrid poate fi afectată sau această apă va concura pentru spațiu cu rășina din interiorul dentinei demineralizate. Riscul neînlocuirii apei din suprafața dentinară de către monomerii hidrofilii este o realitate clinică, documentată ultramorfolologic ca "fenomenul umidității excesive" al sistemelor adezive ce oferă primeri bazați pe acetonă, fără conținut de apă. În aceste condiții, de umiditate excesivă, apa ce nu a fost îndepărtată ajunge să cauzeze separarea fazelor componente, hidrofilă și hidrofobă, ale monomerilor, rezultând formarea de bule la interfața rășină-dentină. Aceste deficiențe ale interfeței vor slăbi, fără îndoială, adeziunea rășină-dentină, rezultând tubuli incomplet sigilați.

Pe de altă parte, chiar și o uscare ușoară post-condiționare a suprafeței dentinare, fie și numai pentru 3 secunde înainte de aplicarea unui primer bazat pe acetonă, complet lipsit de apă, a avut ca rezultat o infiltrare insuficientă intertubulară a rășinii. Penetrarea ineficientă a rășinii datorată colabării rețelei de

colagen a fost observată microscopic ultramorfologic și denumită "zona hibridoidă". Aceste zone hibridoide în interiorul stratului hibrid nu apar electrodense pe secțiunile demineralizate observate la TEM.

În consecință, această tehnică adezivă umedă dovedește o sensibilitate crescută, în special datorită cantității precise de apă ce trebuie menținută post-condiționare pe suprafața dentinară.

Cu alte cuvinte, dentina gravată nu poate fi ținută prea umedă dar, de asemenea, nu poate fi uscată prea mult. Un jet scurt, cu presiune moderată, de aer sau absorbirea excesului de apă, folosind tamponarea cu un burete uscat sau cu o bucată mică de hârtie absorbantă, au fost recomandate ca fiind cele mai bune proceduri post-condiționare ale adeziunii umede.

Această tehnică umedă are alte două dezavantaje de importanță clinică. În primul rând, acetona se evaporă rapid din soluția de primer, deci după ce soluția este picurată într-un godeu, sticla de primer trebuie să fie imediat închisă, iar soluția scoasă aplicată imediat pe suprafața demineralizată. În ciuda manevrării atente, compoziția soluției de primer se poate schimba după ce sticla a fost deschisă de câteva ori, datorită evaporării rapide a solventului. Acest lucru va crește procentajul monomerilor în soluție, ceea ce va avea ca efect reducerea penetrabilității monomerilor în rețeaua fibrelor de colagen. Pentru a evita volatilizarea rapidă a solventului, formula bazată pe acetonă este disponibilă în capsule predozate, de unică utilizare. În acest mod, capsulele pot fi deschise chiar înaintea aplicării soluției, oferind acetonei puțin timp pentru evaporare.

Un alt dezavantaj clinic al obținerii umidității ideale este acela că practicantul nu poate verifica demineralizarea eficientă a smalțului, deoarece nu poate observa schimbarea de culoare în alb-cretos a acestuia. Dimpotrivă, sistemele adezive ce oferă primeri cu solvent apă au demonstrat o eficiență egală a adeziunii la dentina uscată sau umedă.

Eficiența hibridizării prin adezivi "total-etch" în 2 sau 3 pași, a fost examinată la TEM. Nu au fost detectate diferențe substanțiale în ultrastructura stratului hibrid sau semne de penetrare incompletă a rășinii ori de colabare a rețelei de colagen, atunci când acești adezivi, cu solvent bazat pe apă, au fost aplicați, urmând o tehnică adezivă umedă sau uscată. Chiar și uscarea excesivă a suprafeței dentinare pentru 15 secunde nu a avut ca rezultat formarea unor zone hibridoide, ce ar indica ineficiența infiltrării rășinii în rețeaua de colagen.

Când ambii adezivi menționați mai sus au fost aplicați pe dentină umedă, nu s-a observat vreo dovadă morfologică a "fenomenului umidității excesive". Aceasta arată capacitatea celor doi primeri, cu solvent bazat pe apă, de a îndepărta suficient apa restantă și apa adițională adusă de către primeri, ca urmare a tehnicii adeziunii umede folosite.

Un posibil sau potențial efect de autoreumectare, produs de primerul care, în mod evident oferă suficientă apă pentru reexpansiunea rețelei de colagen, colabate în urma uscării blânde cu aer, a fost menționat, ca o explicație rezonabilă pentru capacitatea acestor sisteme adezive de a avea performanțe egale ca valoare, în condiții umede sau uscate.

Uscarea cu aer a dentinei demineralizate reduce volumul acesteia cu până la 65%, dar dimensiunile sale originale pot fi recâștigate prin imersie în apă.

În contrast cu sistemele adezive ce prezintă primeri cu solvenți bazați pe acetonă, care oferă o plajă restrânsă de posibilități de utilizare, din punct de vedere al cantității precise de apă ce trebuie să rămână după condiționare pe suprafața dentinară, pentru a realiza o adeziune eficientă, sistemele adezive ce oferă primeri bazați pe apă par să dovedească o sensibilitate a tehnicii mai scăzută la umezeală și prezintă o

adeziune la fel de bună la diferite grade de umectare a suprafeței.

Adeziunea la dentina uscată are însă avantajul de a fi fost acceptată clinic și utilizată de mult timp de către un mare număr de clinicieni.

În plus, adeziunea uscată nu implică riscurile umezelii excesive, ea permițând clinicianului să verifice gravitatea adecvată a smalțului, prin apariția culorii alb-cretos după condiționare. Din punct de vedere clinic, este recomandată o procedură standard de adeziune uscată. Ea implică o uscare blândă a suprafeței dentinare timp de 5 secunde sau până se observă transformarea suprafeței umede, lucioase, într-o suprafață mată iar suprafața gravată a smalțului capătă aspectul alb-cretos.

Ca o alternativă, dentina condiționată poate fi uscată și apoi reumectată cu apă sau cu o soluție antibacteriană, cum ar fi clorhexidina. În acest sens, studiile au arătat că o soluție apoasă HEMA (35%) este eficientă pentru compensarea uscării induse suprafeței dentinare de către un jet de aer, după spălarea demineralizantului (Perdigão și colab., 1999).

Aplicarea post-condiționare a agentului de reumectare crește semnificativ eficacitatea adezivă a unor adezivi simplificați.

3.4.3. Aplicarea primerului

Primerii trebuie aplicați cu grijă în utilizarea clinică pentru a asigura infiltrarea eficientă interfibrilară a rășinii în rețeaua de collagen. Timpul de aplicare, de minimum 15 secunde, recomandat de majoritatea firmelor producătoare, trebuie respectat cu strictețe pentru a permite monomerilor să difuzeze până la adâncimea maximă a suprafeței demineralizate.

Când o tehnică de adeziune uscată este urmată de folosirea unor primeri cu solvent bazat pe apă, ce reumectează suprafața dentinară, timpul de aplicare respectat permite rețelei de collagen, după uscare blândă (care are rolul important de a facilita evaporarea solventului), să se extindă din nou.

Folosind o tehnică de adeziune umedă, primerul trebuie aplicat pentru un timp suficient de îndelungat (cel puțin 15 secunde), pentru a dispersa toată umezeala remanentă pe suprafața dentinară, prin evaporarea concurențială a solventului volatil din primer. Mai mult decât atât, primerii cu solvent bazat pe acetona, lipsiți de apă, și care se găsesc împreună cu rășina adezivă în sistemele "total-etch" de tipul „într-un singur flacon”, trebuie aplicați din abundență în mai multe straturi, așa cum este arătat în prospectul fiecăruia. După evaporarea solventului, suprafața dentinară trebuie să arate lucioasă, acest aspect fiind controlul aplicării adecvate a primerului în utilizarea clinică.

În loc de a lăsa soluția de primer neatinsă pe suprafața dentinară de-a lungul operațiunii de aplicare, o tehnică activă de frecare cu o presiune moderată, folosind pensule sau bureți de unică folosință, va îmbunătăți și accelera procesul de difuziune al monomerului. În acest fel, monomerii vor fi aspirați interfibrilar în rețeaua de collagen, producând structura anterior menționată, cu aspect de tip „shag carpet” (covor stufoș).

Teoretic, smalțul demineralizat nu necesită o aplicare separată a primerului pentru a realiza o adeziune eficientă, dacă este aplicat un agent adeziv pentru smalț fără umplutură, hidrofob, pe smalțul uscat. Pe de altă parte, primerii pot fi aplicați pe smalțul demineralizat fără a interfera cu procesul adeziunii la smalț.

În cazul în care cavitatea este menținută umedă datorită unei tehnici de adeziune umedă, primerii trebuie aplicați pe smalțul demineralizat pentru a dispersa umezeala remanentă. Eventual, aplicarea primerului ar trebui completată de o uscare scurtă și blândă pentru a evapora excesul de solvent înaintea aplicării rășinii adezive.

3.4.4. Aplicarea rășinii adezive („bonding“)

În ultima etapă a procesului adeziv, stratul adeziv trebuie aplicat corect. Întinderea rășinii adezive pe suprafața dentară ar trebui făcută, preferențial, prin pensulare decât prin etalare cu ajutorul aerului. „Bondingul” trebuie aplicat în cantitatea necesară, cu instrumente special concepute și destinate pentru această utilizare (de tip pensulă sau aplicator), care să permită exprimarea excesului. În acest mod, stratul rășinii adezive va atinge grosimea optimă, de aproximativ 100μm (Moon și Chang, 1992).

Atunci când este aplicată într-un strat îndeajuns de gros, rășina adezivă poate, datorită elasticității sale crescute, să acționeze ca un strat-tampon de reducere a tensiunii interne. Acesta va absorbi, prin deformare elastică, o parte din tensiunile interne datorate contracției de polimerizare a rășinii compozite (Kemp-Scholte, 1989; Kemp-Scholte și Davidson, 1990; Van Meerbeek și colab., 1993; Bayne și colab., 1994; Rees și Pullin, 1999; Unterbrink și Liebenberg, 1999).

Studiile mai arată că tensiunea internă, datorată contracției de polimerizare din momentul restaurării cu rășini compozite, a fost absorbită semnificativ prin aplicarea unui strat gros și fluid de rășină adezivă (Choi, Condon și Ferracane, 2000). Prin folosirea jetului de aer asupra rășinii adezive se poate reduce prea mult grosimea acestui strat, scăzându-i amplitudinea deformării elastice.

În sprijinul acestui concept de adeziune elastică, s-a dovedit că sistemele adezive ce au o rășină cu vâscozitate scăzută produc o adeziune mai puternică și mai puține infiltrații marginale. De asemenea, s-a observat o reducere a microinfiltrațiilor atunci când s-a folosit o rășină cu vâscozitate scăzută ca strat intermediar. Mai mult decât atât, conceptul adeziunii elastice poate fi privit nu numai ca un mijloc eficient de a contracara tensiunile interne datorate contracției de polimerizare a rășinii compozite, ci și ca un posibil ajutor în absorbția forțelor masticatorii, a microșocurilor termice, ce pot pune în pericol integritatea restaurării adezive. În afara adezivilor ce oferă rășini fluide, straturi adezive groase mai sunt oferite de sistemele adezive bazate pe adaos de acid polialchenoic, sau cu sistemele bazate pe cimenturi cu ionomeri de sticlă.

Dovezi obiective în sprijinul conceptului adeziunii elastice sunt rezultatele clinice excelente ce s-au obținut folosind astfel de sisteme adezive într-o serie de studii pe termen lung (Van Meerbeek și colab., 1994; Bayne și colab., 1994; Boghosian, 1996; Trevino și colab., 1996; Peumans și colab., 2000).

Teoretic, sistemele adezive chemo- sau dual polimerizabile, ce permit includerea porozităților în stratul de rășină și avansarea polimerizării într-un ritm mai lent decât la cele strict fotopolimerizabile, pot contribui la mecanismul de reducere a tensiunilor interne. În același scop, folosirea linerilor și / sau a cimenturilor pentru bază sub restaurările coronare cu materiale compozite, ar trebui considerate absorbante de șocuri. Folosirea unui liner sau a unei baze din ciment cu ionomeri de sticlă, ca strat intermediar, poate reduce rigiditatea totală și poate crește capacitatea preluării șocurilor pentru restaurare.

Cimenturile cu ionomeri de sticlă modificate prin adaos de rășini sunt preferabile celor convenționale, deoarece ele pot co-polimeriza chimic cu rășina compozită plasată supraiacent stratului intermediar de ciment. Această așa-numită tehnică "sandwich" a demonstrat posibilitatea reducerii semnificative a procentului eșecurilor restaurărilor, chiar și a celor efectuate cu adezivi din generații mai vechi, atunci când un glassionomer modificat cu rășini a fost aplicat ca strat intermediar. Așa-numitele compozite fluide (tip "flow") sunt și ele folosite frecvent ca lineri absorbânți de stress, în zonele profunde ale preparațiilor pentru restaurări cu materiale compozite, la dinții laterali (Prager, 1997; Bertolotti și Laamanen, 1999; Bouschlicher, Cobb și Boyer, 1999; Frankenberger și colab., 1999; Murchison, Charlton și Moore, 1999; Unterbrink

și Liebenberg, 1999).

Pentru agenții adezivi fotopolimerizabili, rășina adezivă trebuie polimerizată înaintea aplicării rășinii compozite restauratoare. În acest fel rășina adezivă nu este dispersată atunci când este aplicată rășina compozită și o intensitate adecvată a luminii este suficientă pentru polimerizarea stratului rășinii adezive. Pre-polimerizarea rășinii adezive va stabiliza adeziunea rășină-dinte și va activa mecanismul eliberator de stres.

Datorită inhibiției dată de oxigen, primii 15 μm din rășina adezivă nu vor polimeriza, dar vor furniza suficienți radicali de metacrilat pentru co-polimerizare cu rășina restauratoare ulterior aplicată. Etalarea prin pensulare este recomandată mai degrabă decât prin întinderea cu jetul de aer, pentru a preveni reducerea grosimii ceeace va permite infiltrarea stratului "air-inhibited" în tot stratul de rășină, reducând astfel capacitatea sa absorbantă și deci eficacitatea adeziunii.

Eficiența adeziunii testate în laborator

Eficacitatea adezivă la smalț și dentină a sistemelor adezive, mai ales a celor "self-etch" a fost testată prin măsurarea forței de menținere a interfeței adezive la solicitarea prin microtensiuni („micro-tensile bond strength" – μTBS), folosind o metodă introdusă de Sano și colab., în 1994. Această tehnică a fost selectată, deoarece permite măsurarea exactă a forței de adeziune la solicitări datorită designului de clepsidră al specimenelor, acesta impunând cel mai mare stres în timpul testărilor la nivelul interfeței reale.

Datele folosind μTBS indică clar că folosirea variantelor simplificate, de tip „total-etch" / "un singur flacon", de tip "self-etch" sau de tip ciment cu ionomeri de sticlă duc la o scădere semnificativă a eficacității adeziunii la dentină. Procedura convențională în 3 etape permite o aplicare mai exactă și mai puțin expusă la concesi, aceasta fiind tradusă printr-o mai mare forță de adeziune la dentină. Această diferență de eficacitate, între sistemele convenționale și cele simplificate, nu este direct relevantă în primii ani, dar foarte probabil reduce longevitatea restaurărilor adezive. În ciuda apariției a numeroși adezivi, există o nevoie crescută de reevaluare prin studii clinice.

Un interes deosebit îl prezintă inconsecvența rezultatelor obținute la testarea comparativă a sistemelor adezive "self-etch" puternice, cu primeri autogranți "tari", prin înregistrarea μTBS . Această performanță scăzută este, cel mai probabil, cauzată de aciditatea crescută a monomerilor rămași nepolimerizați după fotopolimerizare, aflați într-o concentrație mare la nivelul stratului inhibat de oxigen (Schiltz și colab., 2000; Sanareș și colab., 2000). Se consideră că grupările acide necuprinse în reacție atacă nucleeele de inițiere a polimerizării din structura materialului compozit, în special în cazul contactului prelungit a acestora cu compozitul nepolimerizat. Lipsa unui strat de rășină suficient de gros și uniform, care să stabilizeze stratul hibrid, poate contribui, de asemenea, la valorile scăzute ale forței de adeziune și numărul relativ mare al eșecurilor în testările de laborator.

Cercetări mai recente au arătat că un strat suficient de gros de adeziv și fotopolimerizat separat sau folosirea unei rășini fluide intermediare reduce sau chiar elimină apariția insucceselor. Studiile viitoare sunt necesare pentru a elucida această inconsecvență a eficacității adeziunii înregistrate la aceste testări.

În contrast cu datele μTBS înregistrate pentru dentină, în testele de laborator, adezivii cu o aplicare simplificată nu au valori mai scăzute față de adezivul "total-etch" în trei etape, în privința adeziunii la smalț.

Evaluarea potențialului sigilării marginale și durata acesteia, mai ales la adezivii "self-etch", necesită confirmarea acestor date în condiții clinice.

Eficiența adeziunii testate clinic

În ultimii 20 de ani, eficacitatea clinică a adezivilor a fost investigată prin studii de 2-3 ani, până la 5 ani, folosind din ce în ce mai mult același protocol experimental. Rezultatele ilustrează clar progresul semnificativ al forței de adeziune realizate de generațiile de adezivi actuali, față de cei folosiți dinaintea de '90. Acest lucru trebuie atribuit apariției, la începutul anilor '90, a tehnicii "total-etch", prin care acidul fosforic este aplicat pe dentină. Adezivii anteriori au arătat insuccese frecvente în primele 6 luni, aplicații fiind strict la nivelul dentinei, fără o gravare selectivă cu acid fosforic. În studiile clinice mai recente, au fost înregistrate mult mai puține insuccese, după introducerea utilizării gravajului acid al dentinei, în condițiile aceluiași protocoale experimentale.

Acest lucru poate fi atribuit, însă, în mare parte, și smalțului imediat adiacent dentinei, care a fost demineralizat, acest lucru oferind o adeziune durabilă la marginile de smalț.



4. CLASIFICAREA ȘI CARACTERISTICILE CLINICE ALE SISTEMELOR ADEZIVE AMELO-DENTINARE

Clasificarea și caracteristicile adezivilor amelo-dentinari depind în mod decisiv de modul de abordare terapeutică a "smear layer"-ului (DDR). Din acest punct de vedere, pot fi enunțate 4 modalități principale de abordare:

- a. Menținerea intactă a DDR (inclus ca atare în interfața adezivă, sub stratul de rășină polimerizată);
- b. Menținerea DDR modificat (impregnat de primer/rășină și încorporat în stratul de adeziv);
- c. Eliminarea DDR (îndepărat în totalitate: atât pelicula, cât și dopurile canaliculare);
- d. Dizolvarea DDR (îndepărat parțial: doar pelicula, fără dopurile canaliculare).

Există mai multe categorii de criterii folosite la ora actuală pentru clasificarea sistemelor adezive amelo-dentinare. Vor fi prezentate în continuare cu precădere corelațiile respectivelor moduri de clasificare cu aspectele practicii clinice din stomatologia restauratoare adezivă.

4.1. Clasificarea după modul de acțiune (corelat cu abordarea terapeutică a DDR), în funcție de cronologia elaborării

4.1.1. Adezivii de generația I

Au apărut și s-au dezvoltat în perioada 1950-1970, după ce Buonocore și colab. au arătat (în 1956) că folosirea acidului dimetacril-glicerofosforic permite obținerea unei adeziuni la dentină cu valori mai bune. Primul produs comercial elaborat în această generație conținea drept comonomer NPG-GMA (N-fenil-glicil-glicidil-metacrilat), iar testarea sa in-vitro a evidențiat o forță de adeziune de 2-3 Mpa. Compușii din această generație erau hidrofobi și realizau adeziune chimică, prin legături ionice sau covalente, direct de stratul de "smear layer" (DDR), cu o forță medie de până la 5 Mpa. Prin contracția de polimerizare, care depășea forța de adeziune a DDR la dentină, odată cu desprinderea acestuia, se instala microinfiltrația.

4.1.2. Adezivii de generația a II-a

În aceeași perioadă, dar cu precădere după 1970, sunt elaborați compuși care să penetreze stratul de DDR și să se fixeze de dentină prin legături chimice între grupările fosfat din adeziv și ionii Ca^{2+} din dentină. Performanța adezivă nu depășește valoarea medie de 7-10 Mpa, insuficientă pentru a împiedica microinfiltrația marginală.

Adezivii din această generație conțin esteri fosforici și rășini de tip Bis-GMA sau HEMA. În general, sunt hidrofobi și expuși hidrolizei în mediu umed, iar umectabilitatea neadekvată conduce la formarea deficitară a legăturilor cu substratul dentinar. Produsele comerciale din această categorie se bazează pe 2 categorii de compuși: esteri fosfați sau clorofosfați și poliuretani.

4.1.3. Adezivii de generația a III-a

Adezivii din generația a III-a apar în perioada anilor '80 și sunt introduși, mai ales în SUA, după 1985. Principala schimbare o reprezintă abordarea DDR, pe care îl impregnează, îl modifică și îl fixează, favorizând legarea rășinii din adeziv la dentina condiționată. Compușii folosiți în acest scop sunt: 4-META, acid maleic / HEMA, esteri fosfonați, esteri metacrilolil-oxietilici, acizi policarboxilici modificați cu grupări metacrilice. Acești adezivi dezvoltă o forță medie de adeziune de cca. 10-12 MPa, care contracarează parțial contracția de polimerizare a materialelor compozite de restaurare, putând avea capacitate de adeziune și pe substrat metalic / ceramic. O parte dintre produsele comerciale din această categorie mai sunt considerate utilizabile și astăzi, totuși fenomenul de microinfiltrație marginală nu poate fi eliminat, chiar dacă această generație de adezivi este mai performantă.

4.1.4. Adezivii de generația a IV-a

Introdusă la începutul anilor '90, această generație de adezivi reprezintă pasul înainte cu adevărat important și semnificativ din punct de vedere al calității și al performanțelor obținute. Elementul nou, care face diferența, este tehnica gravajului acid utilizând acid fosforic de concentrație 35-40%. Prin aceasta, forța de adeziune la substrat capătă o valoare medie de 18 - 25 MPa (ajungând până la 32 MPa). Astfel, poate fi realizată contracarea eficientă a contracției de polimerizare, evaluată în medie la 16-18 Mpa, putând evita microinfiltrația marginală consecutivă.

Mecanismul de acțiune se bazează pe formarea unui strat hibrid (prin îndepărtarea totală a DDR), care se obține prin penetrarea rășinii adezive în dentina demineralizată prin gravaj acid, fenomen descris și

demonstrat în 1982 de Nakabayashi și Pashley. În tehnica de lucru, aplicarea acidului este o etapă separată, urmată de îndepărtarea riguroasă a acestuia prin spălare cu apă și uscare. În consecință, produsele prezintă 3 componente: acid / primer / rășină, cu aplicare separată. Conceptul de gravaj acid total: smalt + dentină = "total etch" introdus și susținut de Fusayama încă din 1979) devine general acceptat și utilizat. Un rol esențial în formarea stratului hibrid și obținerea adeziunii îl deține primerul, care are în compoziția sa monomeri polimerizabili cu caracter amfoter (molecule hidrofili / hidrofobe): HEMA, 4-META, NTG-GMA, BPDm, ș.a., împreună cu un solvent, care poate fi acetonă, etanol sau apă. Tipul solventului din primer și modalitatea de evaporare a acestuia influențează decisiv tehnica de lucru și rezultatele obținute.

4.1.5. Adezivii de generația a V-a

Acest tip de produse a fost introdus în perioada anilor '95 și urmărea să simplifice tehnica de aplicare prin combinarea primerului și a rășinii adezive („bonding”) într-un singur compus. Forța de adeziune realizată este, în medie, 20-25 Mpa. Mecanismul de acțiune se bazează, la fel ca și la generația a IV-a, pe formarea stratului hibrid prin îndepărtarea totală a DDR.

Un element nou este posibilitatea extinsă de a obține adeziune și pe substrat umed ("moist / wet bonding"), concept introdus de Kanca și Gwinnett încă de la sistemele adezive de generația a IV-a, dar mai dificil de aplicat favorabil în condiții clinice. Se păstrează modalitatea de gravaj acid separat, sistemul având 2 componente: acid și primer + rășină. Rămâne valabilă și utilizarea gravajului acid total: smalt + dentină = "total etch"

Acești adezivi oferă aparent mai multă ușurință în manipulare (existând mai puține componente), dar adesea indicațiile de utilizare impun aplicarea a 2 straturi succesive de component primer+rășină, precum și a unor manopere suplimentare, ceea ce face ca simplificarea să fie discutabilă.

4.1.6. Adezivii de generația a VI-a

Introduse în utilizare curentă începând cu perioada 1999 – 2000, aceste sisteme urmăresc, de asemenea, o mai mare ușurință în manipulare (mai puține componente), prin eliminarea manoperelor de spălare a acidului de gravaj, având doar 2 componente: acid + primer și rășină.

Ideea de demineralizare fără spălare, dezvoltată printre alții de Watanabe și Nakabayashi la jumătatea anilor '90, are în vedere și eliminarea colabării rețelei de collagen după demineralizarea separată cu acid fosforic, care necesită re poziționarea sa spațială și reumectarea după uscare. În plus, prin această tehnică se evită și condițiile de apariție și instalare a sensibilității dureroase post-operatorii, consecință nedorită cu apariție destul de frecventă după utilizarea sistemelor cu gravaj acid separat, mai ales cele de generația a IV-a.

Formarea stratului hibrid este modificată și se obține prin îndepărtarea parțială a DDR (dizolvarea peliculei – "layer", fără eliminarea cepurilor canaliculare – "plugs"). Așadar, aceste sisteme adezive nu au etapă separată de gravaj acid, fiind denumite sisteme autogravante: "self-etch", cu primeri autodemineralizanți. Inițial, acești primeri au fost "moi" (pH = ± 2), realizând o forță de adeziune medie în jurul a 20 de Mpa la dentină, adeziune care poate fi obținută și pe substrat umed ("moist / wet bonding"). Adeziunea la smalt este mai slabă și mai puțin eficientă, deoarece gravajul acid amelar este deficitar.

Prin apariția de modificări ulterioare, după anul 2000, acești adezivi folosesc actualmente primeri autogravanti cu eficiență sporită: "tari" (pH ≤ 1), care obțin o forță de adeziune crescută (20-25 MPa) la

dentină și ameliorarea adeziunii la smalț. Aceasta din urmă nu ajunge însă la calitatea celei realizate de sistemele adezive cu gravaj acid separat, pri tehnica "total-etch".

După 2000, apar și o serie de modificări legate de forma de prezentare și modul de lucru. Din acest punct de vedere, există 2 tipuri de sisteme adezive de generația a VI-a:

- a. tip I ("two-step"): are 2 componente, care se aplică separat, succesiv;
- b. tip II ("one-step"): are 2 componente, care se aplică simultan, deci necesită mixare (în momentul utilizării).

Pentru acest tip de utilizare, au fost introduse și forme de prezentare în monodoze, de unică utilizare.

4.1.7. Adezivii de generația a VII-a

Reprezintă ultima și cea mai actuală apariție între sistemele adezive amelo-dentinare, fiind introduse în utilizare curentă începând cu perioada anilor 2002 – 2005. Poate de aceea este explicabil că mai sunt încă în discuție.

Ele păstrează multe dintre caracteristicile adezivilor din generația a VI-a. Formează un strat hibrid modificat, prin îndepărtarea parțială a DDR, care permite realizarea adeziunii atât pe substrat uscat, cât și pe substrat umed ("moist / wet bonding"), având în compoziție primeri autogranți cu eficiență sporită: "tari" ($\text{pH} \leq 1$). Forța de adeziune obținută este superioară generației a VI-a, cu valori de 25-30 Mpa.

Ușurința în manipulare este crescută, fiind sisteme monocomponente ("all-in-one"), care reunesc într-un singur component acidul, primerul și rășina adezivă. Tehnica de lucru nu necesită mixare, avântajând forma de prezentare de tip monodoze, de unică utilizare.

Pe de altă parte, acești adezivi sunt încă vulnerabili la separarea fazelor componente, ceea ce conduce la compromiterea stratului hibrid, precum și la riscul de nanoinfiltrație (prin structura interfeței adezive, care se poate comporta ca o membrană semipermeabilă). În plus, longevitatea adeziunii la restaurările efectuate utilizând această generație de adezivi rămâne să fie evaluată în continuare prin studii clinice derulate pe intervale de timp suficient de lungi pentru a fi relevante.

4.2. Clasificarea după forma de prezentare și tehnica de lucru

Din acest punct de vedere, există 4 tipuri de sisteme adezive:

4.2.1. Sisteme adezive de tip I

Sunt sisteme de tip "etch-and-rinse" (cu gravaj acid separat, urmat de spălare și uscare după demineralizarea acidă), în 3 etape de lucru.

4.2.2. Sisteme adezive de tip II

Sunt sisteme de tip "etch-and-rinse" (cu gravaj acid separat, urmat de spălare și uscare după demineralizarea acidă), în 2 etape de lucru.

4.2.3. Sisteme adezive de tip III

Sunt sisteme de tip "self-etch" (fără gravaj acid separat, care este înlocuit cu acțiunea unui primer acid – autogranț, fără spălare și uscare după demineralizarea acidă), în 2 etape de lucru.

4.2.4. Sisteme adezive de tip IV

Sunt sisteme de tip "self-etch" (fără gravaj acid separat, care este înlocuit cu acțiunea unui primer acid – autogravant, fără spălare și uscare după demineralizarea acidă), într-o singură etapă de lucru.

4.3. Clasificarea după forma de prezentare și tehnica de lucru, corelată cu modul de acțiune (generația de care aparțin)

Acest criteriu de clasificare încearcă să le coreleze pe celelalte două, prezentate anterior. Pe de altă parte, el se referă cu precădere la adezivii amelo-dentinari existenți în utilizare la momentul actual. Aplicând acest punct de vedere, cele 4 tipuri de sisteme adezive devin:

4.3.1. Sisteme adezive de tip I

Sunt sisteme de tip "etch-and-rinse" (cu gravaj acid separat, urmat de spălare și uscare după demineralizarea acidă), în 3 etape de lucru: acid / primer / rășină, care aparțin generației a IV-a.

4.3.2. Sisteme adezive de tip II

Sunt sisteme de tip "etch-and-rinse" (cu gravaj acid separat, urmat de spălare și uscare după demineralizarea acidă), în 2 etape de lucru: acid / primer + rășină, care aparțin generației a V-a.

4.3.3. Sisteme adezive de tip III

Sunt sisteme de tip "self-etch" (fără gravaj acid separat, care este înlocuit cu acțiunea unui primer acid – autogravant, fără spălare și uscare după demineralizarea acidă), în 2 etape de lucru: acid + primer / rășină, care aparțin generației a VI-a (tip I: „two-step”).

4.3.4. Sisteme adezive de tip IV

Sunt sisteme de tip "self-etch" (fără gravaj acid separat, care este înlocuit cu acțiunea unui primer acid – autogravant, fără spălare și uscare după demineralizarea acidă), într-o singură etapă de lucru: acid + primer + rășină, care aparțin generației a VI-a (tip II: „one-step”) și generației a VII-a („all-in-one”).

4.4. Abordarea actuală în utilizarea clinică a sistemelor adezive amelo-dentinare

Problema adeziunii amelare și-a găsit de mai multă vreme o rezolvare eficientă și stabilă, verificată în timp, pe baza utilizării microretențiilor mecanice obținute prin gravajul acid. Structura prismatică a smalțului prezintă o importanță majoră în acest sens. De asemenea, compoziția și caracteristicile fizico-chimice ale acestei structuri dure dentare prezintă mai multe aspecte favorabile pentru realizarea adeziunii prin intermediul sistemelor prezentate.

Comparativ cu smalțul, problema adeziunii dentinare prezintă mult mai multe aspecte dificil de rezolvat. Acest lucru explică multitudinea de abordări terapeutice, precum și numărul mare și variat de sisteme adezive dentinare.

Cu toate acestea, adezivii utilizați se bazează pe aceeași schemă de structură, cu prezența a 3 componente obligatorii: acid, primer și rășină. Acidul realizează demineralizarea (gravajul) dentinei ("etching"), prime-

rul umectează zona demineralizată, favorizând penetrarea rășinii ("priming"), iar rășina, prin polimerizare, realizează adeziunea propriu-zisă ("bonding").

Ca mod de acțiune, aplicarea acidului are următoarele efecte:

- crește permeabilitatea dentinară prin îndepărtarea "smear layer"-ului (DDR);
- deschide orificiile canaliculelor dentinare;
- produce demineralizarea dentinei pericanaliculare și intercanaliculare;
- conduce la colabarea rețelei de colagen, prin pierderea suportului anorganic reprezentat de cristalele de hidroxiapatită.

La rândul său, primerul aplicat realizează următoarele acțiuni:

- deoarece conține unul sau mai mulți monomeri polimerizabili bifuncționali (cel mai ades 2-HEMA și / sau 4-META), grupările hidrofobe ale acestora îi conferă afinitate pentru rășină, iar grupările hidrofile îi conferă afinitate pentru dentină;
- se infiltrează și umectează rețeaua de colagen, pe care o redimensionează (îi reface structura spațială);
- crește umectabilitatea suprafeței dentinare.

În final, rășina adezivă aplicată are următoarele rezultate:

- pătrunde în rețeaua de colagen dentinar (acest lucru este posibil numai după pregătirea realizată de primer, care este obligatorie și indispensabilă);
- se infiltrează în orificiile canaliculelor dentinare, precum și în dentina peri- / inter-canaliculară demineralizată;
- prin polimerizare, se realizează legăturile adezive propriu-zise și se formează stratul hibrid.

Pornind de la aceste date, componentele și caracteristicile clinice ale sistemelor adezive actuale vor fi prezentate în continuare, încadrate într-o formă de clasificare, considerată a fi cuprinzătoare și bine actualizată, așa cum a fost stabilită prin lucrările publicate de Van Meerbeek, Yoshida, Vargas, Lambrechts, Vanherle, începând din 2003.

Din punctul de vedere al abordării terapeutice a substratului, sunt descrise 3 tipuri de sisteme adezive:

- sisteme adezive tip "etch-and-rinse" ("total-etch");
- sisteme adezive tip "self-etch";
- sisteme adezive tip "glass-ionomer" (pe bază de CIS).

În ceea ce privește numărul de componente, de etape de lucru, precum și corelarea cu aspectele caracteristice clinice, clasificarea menționată este următoarea:

- adezivi "în trei timpi" cu gravaj acid separat ("total-etch");
- adezivi "în doi timpi" cu gravaj acid separat ("total-etch" / "single-bottle");
- adezivi "în doi timpi" autogравanți ("self-etch");
- adezivi "într-un timp" autogравanți ("self-etch" / "all-in-one");
- adezivi "în doi timpi" pe bază de CIS ("glass-ionomer");
- adezivi "într-un timp" pe bază de CIS ("glass-ionomer").

4.4.1. Adezivi "în trei timpi" cu gravaj acid separat ("total-etch")

Sunt sisteme adezive de tip I: "etch-and-rinse" în 3 etape, care aparțin generației a IV-a.

Aplicarea componentelor sistemului adeziv se face în etape separate, succesive, astfel: acid / primer / rășină.

Caracteristicile principale de utilizare clinică sunt următoarele:

- se prezintă în mai multe flacoane (acid; primer; rășină) – acidul este prezentat, în mod optim, într-o seringă prevăzută cu canule speciale aplicatoare;
- necesită condiționare acidă (gravaj), ca etapă separată;
- necesită spălarea cu apă a acidului, ca etapă separată;
- au mecanism de priză fotopolimerizabil sau dual (foto- / auto-);
- au indicații de utilizare în toate tipurile de tehnici adezive: directe, semidirecte, indirecte.

4.4.2. Adezivi "în doi timpi" cu gravaj acid separat ("total-etch" / „single bottle")

Sunt sisteme adezive de tip II: "etch-and-rinse" în 2 etape, care aparțin generației a V-a.

Aplicarea componentelor sistemului adeziv se face în etape separate, succesive, astfel: acid / primer + rășină.

Caracteristicile principale de utilizare clinică sunt următoarele:

- se prezintă într-un singur flacon (primer + rășină), iar acidul este prezentat, în mod optim, într-o seringă prevăzută cu canule speciale aplicatoare;
- necesită condiționare acidă (gravaj), ca etapă separată;
- necesită spălarea cu apă a acidului, ca etapă separată;
- au mecanism de priză fotopolimerizabil (poate exista catalizator, suplimentar, pentru mecanism dual de priză: foto- / auto-, dar rezultatele obținute nu sunt încurajatoare);
- au indicații de utilizare în tehnicile adezive directe, cu materiale de restaurare fotopolimerizabile.

4.4.3. Adezivi "în doi timpi" autogranți ("self-etch")

Sunt sisteme adezive de tip III: "self-etch" în 2 etape, care aparțin generației a VI-a, tipul I: "two-step".

Aplicarea componentelor sistemului adeziv se face în etape separate, succesive, astfel: acid + primer / rășină.

Caracteristicile principale de utilizare clinică sunt următoarele:

- se prezintă în 2 flacoane (primer acid autogrant; rășină);
- nu necesită condiționare acidă (gravaj), ca etapă separată;
- nu necesită spălarea cu apă a acidului, ca etapă separată;
- se aplică separat: întâi primer-ul autogrant, apoi rășina;
- au mecanism de priză fotopolimerizabil (poate exista catalizator, suplimentar, pentru mecanism dual de priză (foto- / auto-);
- au indicații de utilizare în toate tipurile de tehnici adezive: directe, semidirecte, indirecte.

4.4.4. Adezivi "într-un timp" autogranți ("self-etch" / „all-in-one")

Sunt sisteme adezive de tip IV: "self-etch" într-o singură etapă, care aparțin generației a VI-a, tipul II: "one-step" / "mixing" și generației a VII-a: "one-step" / "no-mix".

Aplicarea componentelor sistemului adeziv se face într-o singură etapă, astfel: acid + primer + rășină. Tehnica de lucru cu aceste componente este diferită pentru adezivii din cele două generații: la generația a VI-a, tipul II, se amestecă în momentul utilizării primerul autogrant cu rășina, iar la generația a VII-a cele trei componente se găsesc împreună, în urma tehnologiei de fabricație. De aceea, caracteristicile de

utilizare clinică sunt și ele diferite.

Caracteristicile principale de utilizare clinică pentru un adeziv de tip IV: "self-etch" într-o singură etapă, care aparține generației a VI-a, tipul II: "one-step" / "mixing", sunt următoarele:

- se prezintă în 2 flacoane (primer acid autogravant; rășină);
- nu necesită condiționare acidă (gravaj), ca etapă separată;
- nu necesită spălarea cu apă a acidului, ca etapă separată;
- componentele se aplică simultan: necesită mixare (în momentul utilizării);
- au mecanism de priză fotopolimerizabil;
- au indicații de utilizare în tehnici adezive directe, cu materiale de restaurare fotopolimerizabile.

Caracteristicile principale de utilizare clinică pentru un adeziv de tip IV: "self-etch" într-o singură etapă, care aparține generației a VII-a: "one-step" / "no-mix", sunt următoarele:

- se prezintă într-un singur flacon (primer acid autogravant + rășină);
- nu necesită condiționare acidă (gravaj), ca etapă separată;
- nu necesită spălarea cu apă a acidului, ca etapă separată;
- componentele se aplică simultan: nu necesită mixare (este mono-component), iar ambalarea în monodoze este forma de prezentare optimă;
- au mecanism de priză fotopolimerizabil;
- au indicații de utilizare în tehnici adezive directe, cu materiale de restaurare fotopolimerizabile.

4.5. Concluzii

Există o mare diversitate de adezivi care pot fi introduși în categorii diferite bazate pe mecanismele de adeziune de tip "total-etch", "self-etch" și "glass-ionomer". Există o tendință clară spre simplificarea procedurilor de aplicare, cu un număr redus de etape de lucru. Simplificarea nu implică neapărat creșterea sau menținerea eficacității adeziunii. Sistemele adezive "total-etch" în 3 timpi rămân de elecție pentru utilizarea în clinică, datorită sensibilității tehnice predictibile și controlabile, precum și a datelor foarte bune privind eficacitatea clinică și de laborator. De aceea, ele sunt considerate și la ora actuală ca sisteme de referință ("Golden Standard") pentru adeziunea amelo-dentinară.

Deficiențele majore încă și astăzi sunt, printre altele, sensibilitatea relativ crescută a tehnicii sistemelor curente și compromisul relativ greu de rezolvat al adeziunii la fel de eficiente atât la smalț cât și la dentină. Adezivii "self-etch", bazați fie pe rășini fie pe CIS, sunt promițători în ceea ce privește aceste deficiențe. Ei nu necesită o fază de spălare, ceea ce salvează într-adevăr timp, fiind și mai puțin predispuși la erori de manipulare. Nu există nici o discrepanță între demineralizare și infiltrare. Ei oferă un dublu mecanism adeziv bazat pe încastrarea micro-mecanică prin hibridizare, pentru a rezista șocului "acut" al dezlipirii și o bună interacțiune monomer-colagen prin adeziune chimică, ce poate fi de folos în menținerea obturației fără infiltrații marginale, pentru un timp suficient de îndelungat.

O restaurare adezivă are, în concluzie, multe avantaje în comparație cu restaurările non-adezive, cu excepția faptului că ea nu poate fi realizată într-un mod simplu (sau chiar simplist) și rapid (sau chiar expeditiv), decât în dauna calității, a eficienței și a longevității sale.

BIBLIOGRAFIE

1. Alberts, B.: *Molecular Biology of The Cell*, 3rd ed. Garland Publishing Inc., New York, 1994.
2. Armstrong S.R., Jessup J.L.P., Pashley D.H.: Effects of polar solvents and adhesive resin on the denaturation temperatures of demineralised dentine matrices. *Journal of Dentistry*, 2008; 36(1): 8-14.
3. Avery, J.: *Oral Development and Histology*. 2nd ed. Thieme Medical Publishers Inc., New York, 1994.
4. Baier, R. Principles of adhesion. *Oper. Dent.*, 1992; 17(5): 1-9.
5. Bath-Balogh, M.: *Illustrated Dental Embryology, Histology and Anatomy*. W.B. Saunders Co., St. Louis, 1997.
6. Blunck, U.: Adhesives - Principles and state of the art. In: *Adhesion - The silent revolution in dentistry*. Quintessence Publishing Co. Inc., Chicago, 2000; 3: 29-44.
7. Borgia, B.E., Busato, A. L. S., Costa, C. A. S., Edelberg, M., Garone, W., Gomes, J. C., Gudi o, E. Sylvia, Guzmán, B. H., Macchi, R. I., Maravankin, F., Pereira, J. C., Steenbecker, G. O., Uribe-Echevarria, J.: Adhesión en Odontología Restauradora, ed. G.H. H., Parana, 2003.
8. Bowen, R.: Smear Layer: Removal and bonding considerations. *Operative Dentistry*, 1964; 3: 30-34.
9. Boyde, A.: Advances in fluorine research and dental caries prevention. An assessment of two new physical methods applied to the study of dental tissues. *Oxford Pergamon Press*, 1963; 1: 185-193.
10. Brännstrom, M.: Smear layer - pathological and treatment considerations. *Oper. Dent.*, 1984; Supplement 3: 35-42.
11. Buonocore, M.: A simple method of increasing the adhesions of acrylic filling materials to enamel surfaces. *Journal of Dental Research*, 1955; 34: 849-853.
12. Carvalho, R.: Effects of prism orientation on tensile strength of enamel. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 2000; 2-4: 251-257.
13. Chigira, H.: Self-etching dentin primers containing Phenil-P. *J. Dent Res.*, 1994; 73: 1088-1095.
14. Consolaro, A.: *Carie Dentaria - Histopatologia e Correlacoes Clinico-Radiograficas*. Ed. Consolaro, Sao Paulo, 1996.
15. Costa, C.: Compatibilidad Dentino-Pulpar de los Sistemas Adesivos. *Odontología Clínica a Fines del Milenio*, 1997; 28: 221-228
16. Davidson, C., Abdalla, A.: Effect of occlusal load cycling on the marginal integrity of adhesive Class V restorations. *Am. J. Dent.*, 1994; 7: 111-114.
17. De Munch J., Sathosi I, Vargas M., Lambrechts P, Vanherle G.: Microtensile bond strengths of one-and two-step self-etch adhesives to bur-cut enamel and dentin. *American Journal of Dentistry*, 2003; 16(6): 414-420.
18. Di Hipolito V., Chan D.C., Daronch M., Sinhoreti M.A.: SEM evaluation of contemporary self-etching primers applied to ground and unground enamel. *Journal of Adhesive Dentistry*, 2005; 7(3): 203-211.
19. Eick, J.D.: Scanning electron microscopy of cut tooth surfaces and identification of debris by use of the electron microprobe. *J. Dent. Res.*, 1970; 49: 1359-1368.
20. Fabianelli, A.: Efficacy of self-etching primers on sending margins of class II restorations. *Am. J. Dent.*, 2003. 1(16): 37-41.
21. Ferrari, M.: Effect of two etching times on the sealing ability of Clearfil Liner Bond 2 in Class V restorations. *Am. J. Dent.*, 1997; 10: 66-70.
22. Furukawa M., Kanehira M., Komatsu M.: All-in-one self-etch model adhesives: HEMA free and without phase separation. *Journal of Dentistry*, 2008; 36(6): 402-408.
23. Fusayama, T.: New concepts in operative dentistry. *Quint. Int.*, 1980; 13: 156.
24. Garone Neto, W., Garone Filho, W.: Estudo do esmalte fraturado e desgastado com o sem ataque acido, a traves do microscopio electronico de varredura com vistas a mayor possibilidade de retencao. *Revista Paulista de Odontologia*, 1976; 29: 190-196.
25. Giannini, M.: The influence of tubule density and area of solid dentin on bond strength of two adhesive systems to dentin. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 2001; 3-4: 315-324.
26. Gomez de Ferraris, M., Campos Munoz, A.: *Histologia y embriologia buccodental*. 2da ed. Editorial Medica Panamericana, Madrid, 2002.
27. Guzman, B.J.: *Biomateriales Odontologicos de Uso Clinico*. E. Ediciones, Santa Fe de Bogota, 1999.
28. Gwinnett, A.: Smear layer, Morphological considerations. *Operative Dentistry*, 1984; 3: 3-12.
29. Gwinnett, A.: Structure and composition of enamel. *Operative Dentistry*, 1992; 17(5): 10-17.
30. Hiraishi N., Breschi L, Prati C, King N.M.: Technique sensitivity associated with air-drying of HEMA free, single-bottle, one-step self-etch adhesives. *Dental Materials*, 2007; 23(4): 498-505.
31. Ito S., Hashimoto M., Svizero N., Saito T., Tay Fr., Pashley D.H.: Effects of resin hydrophilicity on water sorption and changes in modulus of elasticity. *Biomaterials*, 2005; 26(33): 6449-6459.
32. Kramer, I.R.H., McLean, J. W.: Alterations in the staining reactions of dentin resulting from a constituent of a new self-polymerizing resin. *Br. Dent. J.*, 1952; 93: 150-153.
33. Lazzari, E.: *Bioquímica Dental*. Editorial Interamericana, Ciudad de Mexico, 1978.
34. Lees, S., Rollins, F.: Anisotropy in hard dental tissues. *Journal of Biomechanics*, 1972; 5-6: 557-566.
35. Lutereau, S.: EDAX microanalysis of silver nitrate filtration in resin adhesives. *Journal of Dental Research*, 1996; 75: 1063.
36. Macchi, R.L.: *Materiales Dentales: Fundamentos para su estudio*. Ed. Panamericana, Buenos Aires, 1980.
37. McLean, J.W.: Historical overview: The pioneers of enamel and dentin bonding. In: Roulet J.F., Degrange M.: *Adhesion - the silent*

revolution in dentistry. Quintessence Publishing Co. Inc., Chicago, 2000; 1: 13-15.

38. Moura S.K., Pelizzaro A., Dal Bianco K.: Does the acidity of self-etching primers affect bond strength and surface morphology of enamel? *Journal of Adhesive Dentistry*, 2006; 8(2): 75-83.
39. Munechika, T.: A comparison of tensile bond strengths of composite resins to longitudinal and transverse sections of enamel prism in human teeth. *Journal of Dental Research*, 1984; 63(8): 1079-1082.
40. Nakabayashi, N.: Resin reinforced dentin due to infiltration of monomers into the dentin at the adhesive interface. *Journal of Japanese Society for Dental Materials and Devices*, 1982; 1: 78-81.
41. O'Brien, W.J.: Dental materials and their selection. 4th ed. Quintessence Publishing Co. Inc., Chicago, 2008.
42. Pashley, D.H.: Effects of the degree of tubule occlusion on the permeability of human dentine in vitro. *Arch. Oral Biol.*, 1978; 23: 1127-1133.
43. Pashley, D.H.: Smear layer physiological considerations. *Operative Dentistry*, 1984; Supplement 3: 13-29.
44. Pashley, D.H.T., F. R.: Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. Part II: etching effects n ungroup enamel. *Dental Materials*, 2001; 17(5): 430-444.
45. Perdigao J., Geraldeli S.: Bonding characteristics of self-etching adhesives to intact versus prepared enamel. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 2003; 15(1): 32-41.
46. Perdigao J., Lopes M.M., Gomes G.: In vitro bonding performance of self-etching adhesives - ultramorphological evaluation. *Operative Dentistry*, 2008; 33(5): 534-549.
47. Powers, J.M., Sakaguchi R.L.: *GRAIG's Restorative Dental Materials*. 12th ed. Mosby Elsevier Inc., St. Louis, 2006.
48. Prati, C.: Effects of removal of surface collagen fibrils on resin-dentin bonding. *Dental Materials*, 1999; 15: 323-331.
49. Priotto, E.: Morphological and numerical characteristics of dentine tubules destined to adhesion. *Journal of Dental Research*, 1995; 74: 734.
50. Roberson, T.M., Heymann, H.O., Swift Jr., E.J.: *STURDEVANT's Art and Science of Operative Dentistry*. 5th ed. Mosby Elsevier Inc., St. Louis, 2006.
51. Sano, H.: Microporous dentin zone beneath resin-impregnated layer. *Operative Dentistry*, 1994; 19: 59-64.
52. Sano, H., Comparative SEM and TEM observations of nanoleakage within the hybrid layer. *Operative Dentistry*, 1995; 20: 160-167.
53. Schiltz, M.Y., Suh, B. I.: Comparison of Self-Etching Systems and Phosphoric Acid on Cut Enamel. *J. Dent Res.*, 2002; 81 Special Issue: A-222.
54. Shimada, Y., Tagami, J.: Effects of regional enamel and prism orientation on resin bonding. *Operative Dentistry*, 2003; 28: 20-27.
55. Silverstone, L.: Variation in pattern of etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy. *Caries Research*, 1975; 9(5): 373-387.
56. Silverstone, L.: *Dental Caries - Etiology, Pathology and Prevention*. The MacMillan Press Ltd., London, 1981.
57. Steenbecker, O.: *Apuntes, Factores Fisico-Mecanicos y Adhesion*. Ed. U de Valparaiso, Valparaiso, 1998.
58. Steenbecker, O.: *Fundamentos y Principios Sobre Adhesion en Odontologia Restauradora*. Ed. U de Valparaiso, Valparaiso, 1999.
59. Suh, B.: Current status of self-etching primers adhesive systems. *Odontoiatria adesiva e ricostruttiva - Atti del VI Simposio Internazionale di S. Margherita*, 2002; 3-4: 42-52.
60. Summit, J.B., Robbins, J.W., Hilton T.J., Schwartz, R.S.: *Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach*. 3rd ed. Quintessence Publishing Co. Inc., Chicago, 2006.
61. Takahashi A., Sato Y., Uno S., Pereira P., Sano H.: Effects of mechanical prperties of adhesive resins on bond strength to dentin. *Dental Materials*, 2002; 18(3): 263-268.
62. Tay, F.: Effects of smear layer on the bonding of a self-etching primer to dentin. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 2000; 2: 99-116.
63. Uribe-Echevarria, J.: *Operatoria Dental, Ciencia y Practica*. Ediciones Avances Medico-Dentales S. L., Madrid, 1990.
64. Uribe-Echevarria, J.: *Capa de Hibridizacion Dentina-Resina. Es una adesion efectiva?* *Odontologia Clinica a Fines del Milenio*, 1997; 29: 229-241.
65. Uribe-Echevarria, A.: The influence of cavity configuration, resin layer thickness, and dentin treatment on resin adaptation. *Journal of Dental Research*, 1999; 78: 477.
66. Van Landuyt K.L., Peumans M., Coutinho E., Suzuki K., Van Meerbeek B.: Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials*, 2007; 28(26): 3757-3785.
67. Van Landuyt K.L., Peumans M., Coutinho E., Suzuki K., Van Meerbeek B.: Influence of the chemical structure of functional monomers on their adhesive performance. *Journal of Dental Research*, 2008; 87(8): 757-761.
68. Van Meerbeek B., De Munck J., Yoshida Y., Inoue S.: Adhesion to enamel and dentin: Current status and future challenges. *Operative Dentistry*, 2003; 28(3): 215-235.
69. Van Meerbeek B., Van Landuyt K., De Munch J., Hashimoto M., Inoue S., Suzuki K.: Technique-sensitivity of contemporary adhesives. *Dental Materials Journal*, 2005; 24(1): 1-13.
70. Watanabe: Bonding to ground dentin by Phenyl-P self etching primer. *J. Dent. Res.*, 1994; 73: 1212-1220.
71. Yoshida Y., Nagakane K., Fukuda R., Okazaki M., Inoue S.: Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *Journal of Dental Research*, 2004; 83(6): 454-458.



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL SĂNĂTĂȚII,
FAMILIEI ȘI PROTECȚIEI SĂRBĂTORII



Fondul Social European
PERIOADA 2007-2013



Programul Operațional Sectorial
2007-2013



ORGANISMUL NAȚIONAL
DE RECHIZITĂRI ȘI DEZVOLTARE
TEHNOLOGICE ÎN SĂNĂTATE

DENT - Dinamism, Eficiență și Noi Tehnologii în Medicina Dentară.
Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin Programul Operațional Sectorial
Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013. **INVESTEȘTE ÎN OAMENI!**



DENT

DINAMISM, EFICIENȚĂ ȘI NOI TEHNOLOGII
ÎN MEDICINA DENTARĂ

www.sser.ro/dent

Societatea de Stomatologie
Estetică din România **SSER**[®]
Dedicată excelenței în estetica dentară

TEHNICA DE PERIAJ DENTAR ADECVATĂ PERIUȚEI UTILIZATE

Periajul electric



Periajul manual



Pentru a obține un beneficiu maxim, periați dinții timp de două minute, cel puțin de două ori pe zi. Schimbați periuța la fiecare 2-3 luni. Utilizați o periuță cu peri Indicator pentru a evalua corect gradul de uzură.