

Мирчева М.

ЗАД НАСМЕВКАТА - НАУКА

“The science behind the smile”

Colgate

СТОМАТОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ-Скопје, Клиника за детска и превентивна стоматологија

Од воведувањето на техниката на нагризување на емајлот, сите среќи биле насочени кон постигање на атхезивниот ефект и преку денитинот. Со оглед на низа хистоморфолошки карактеристики на денитинот, кои ја отежнуваат атхезијата, развојот на денитин-атхезивите бил освоен, но со постојано подобрување на квалитетот. Така се дошло до четвртата генерација на денитин-атхезивни системи, со многу иновации во атхезивната денитална технологија, кои овозможуваат големи можности за конзервативна естетска стоматологија.

Клучни зборови: дентин; дентин-атхезиви; естетика, стоматолошка

Желбата на современиот човек својот изглед да го дополни со естетиката на своите заби создава кај стоматолозите потреба од понови и поквалитетни естетски реставративни материјали.

За решавање на овој проблем се погрижиле многубројните истражувачи од доменот на технологијата на дениталните материјали, а нивните пронајдоци дениталната индустрија ги преточила во низа нови материјали.

Сведоци сме на раpidен напредок на атхезивната стоматологија и на секојдневната појава на нови, меѓусебно слични, а сепак различни композитни материјали и придружни атхезивни системи. Ова богатство на понуда колку не радува, толку ни создава конфузија и дилеми во изборот. Најчесто ги применуваме според приложените упатства, а дали е тоа доволно?

Ваквиот рутински пристап во примената на новите денитални материјали, без доволно теоретско познавање, не може да даде добри резултати. Затоа сметаме дека еден теоретски приказ на дениталните атхезиви, чии почетоци датираат од пред 40 години, но сè уште се сметаат за “хит” во конзервативната естетска стоматологија, ќе му помогнат на стоматологот практичар да ги разбере механизмите на дејството, разликите во постапките во практичната примена, предностите, недостатоците и дилемите што сè уште постојат.

Дентинот како атхезивен супстрат

Во конзервативната стоматологија, атхезивноста, односно врската помеѓу тврдите забни супстанции и материјалите, е голем и многу битен проблем. Неговото делумно разрешување е остварено благодарјќи на идејата на Вупосог (2, 7) за воведување на техниката на нагризување или јеткање на емајлот со киселини, која датира уште од 1955 година. Воведувањето на оваа техника довело до фундаментални измени во промената на некои принципи на препарација на кавитетот, во превенцијата на кариесот, а најмногу во постапките на конзервативниот, естетски денитален третман.

Меѓутоа, поголемиот дел од пломбата е во контакт со дентинот, а тој има низа особености кои ја отежнуваат атхезијата со пломбата. Тие би можеле да се наредат во три групи: хистоморфолошки карактеристики на здрав непроменет дентин, хистоморфолошки карактеристики на променет дентин и присуство на размазен слој.

Хистоморфолошки карактеристики на здрав непроменет дентин

Некои од хистоморфолошките особености на дентинот претставуваат проблем за атхезијата:

- послаба минерализација, во споредба со емајлот кој има 92% vol неорганска компонента во вид на хидроксил апатит, а дентинот содржи 45%-50% vol неорганска компонента, 30% vol органска компонента (колаген) и 20% vol вода. Минералната содржина на дентинот се наоѓа во две подрачја: во интертубуларното (ИТД), кое е во непосреден контакт со колагенот, и во перитубуларното (ПТД), кое што има многу концентриран, или хиперминерализиран дентин;
- неправилна ориентација на кристалите на хидроксил апатитот, во споредба со емајлот;
- присуство на дентински тубули (ДТ) и протоплазматични влакна во нив;
- интрапулпален притисок (од 10 mm Hg до 30 mm Hg) кој предизвикува течење на дентинскиот флуид кон емајлово-дентинската (Е-Д) граница, а кој се зголемува при секоја манипулација на забот.

На квалитетот на атхезијата влијае и различниот структурен и хемиски состав на површината на дентинот, како и на различни длабочини на кавитетот. Бројот на ДТ во коронарниот дентин се намалува од пулпата кон Е-Д границата, а со тоа, според Pashley (14), се менува и процентуалниот удел на ДТ, ПТД и ИТД во пресекот на површината на дентинот (таб. 1).

Табела 1. ПРОЦЕНТУАЛЕН УДЕЛ НА ОДРЕДЕНИ ДЕНТИНСКИ ПОДРАЧЈА ВО ПОВРШИНСКИОТ ПРЕСЕК

Подрачје во дентин	Блиску до пулпата	Е-Д граница
Број на ДТ/mm ²	45 000	20 000
Површина на дентинскиот пресек (%)		
ДТ	22	1
ПТД	66	3
ИТД	12	96

Овие податоци се важни, зашто дентинската површина, која е побогата со ДТ, има помала ретензивна, односно атхезивна сила, а тоа значи дека силата на атхезијата кај длабоките кавитети е помала, во споредба со суперфицијалните (17).

Хистоморфолошки карактеристики на променет дентин

Покрај наведените површински варијации на “нормален” дентин, постојат и некои физиолошки и патолошки процеси кои даваат структурни и хемиски измени во дентинот, а кои имаат влијание врз атхезијата. Така, кај цервикалните ерозивни лезии, дентинот е склерозизиран и има послаба атхезија, па бара поинаков третмански пристап. Исто така, кариозниот дентин има поинакви карактеристики од нормалниот дентин. Fusayama (6) го дели кариозниот дентин на надворешен, кој е деминерализиран, со денатуриран колаген и бактерии, па треба задолжително да се отстрани, и внатрешен кариозен дентин, со зголемена минерализација и цврстина, со што е сличен на склерозизиранот, а тоа значи дека е отежната атхезијата.

Присуство на размазен слој (РС)

Освен наведените структурни карактеристики на дентинот, постои уште еден фактор, кој може да ја компромитира атхезивноста, а тоа е размазниот слој (РС), односно детритусен слој, дебрис, заостанат слој, или во странската литература познат како “smear layer”. Овој слој се создава при препарација на дентин, а содржи органски и неоргански честици на *дентински детритус*, со големина од 0,05 μ m до 10 μ m (15), во зависност од употребените борери и флуид (дентински ликвор, орален и сулкусен флуид и, евентуално, крв). Овој детритус ја прекрива нормалната структура на дентинот и има дебелина од 0,5 μ m до 5 μ m. Тој навлегува и во пресечените ДТ 1 μ m до 2 μ m, а може и повеќе.

Според Douglas (4), РС претставува ефикасна бариера која ги затвора ДТ и ја намалува пропустливоста на дентинот. Меѓутоа, истражувањата со радиокативни албумини покажаа дека РС е семипермеабилна мембрана, која пропушта и релативно големи молекули. Bergenholtz (1) опишува воспалителни реакции на пулпата, настанати поради навлегувањето на бактериски метаболички продукти низ РС и здравиот дентин.

Дали овој слој на детритус ја штити пулпата или поради контаминираноста со бактерии ја загрозува, дали и колку ја отежнува атхезијата помеѓу дентинот и смолите - тоа се дилеми со кои се занимавале истражувачите, од чии резултати произлегле разни видови атхезивни системи, со различен однос кон РС и со различни атхезивни механизми.

Принципи на атхезијата

Во историјата на дентин-атхезивните системи (ДАС) често се менувале ставовите, во зависност од тоа колку се знаело за природата на атхезијата и кои технолошки постапки биле откриени во тоа време. Затоа и категоризацијата на ДА не е лесна и не е секогаш точна. За овие 40 години се појавија низа ДА, кои според хронологијата на јавувањето, се поделени на четири генерации (18); според односот кон РС на три групи - со задржување на РС, со делумно задржување на РС и со целосно отстранување на РС (19), додека некои ги делат според механизмот на атхезијата.

Кај првите ДА (Cosmic Bond, Cervident, Palakav), аналогно на емајлот, применета е техниката на нагрзување со фосфорна киселина и конвенционален емајл атхезив. Поради истекувањето на дентинскиот флуид и влажењето, силата на атхезијата изнесувала само 5-7 МПа, а според Ivanović и сор. 2 МПа (10).

Потоа е воведена техниката на хемиска атхезија, со примена на бифункционални атхезиви: едниот крај на еден базичен молекул поседува слободен метакрилат и кополимеризира со композитот, а другиот крај на молекулот има хемиски активна група за атхезија со дентинот. Причина за слабиот успех на оваа техника на атхезија е што атхезивот се врзува за РС а не за самиот дентин, па неговата атхезиона сила е лимитирана од атхезионата сила на РС со дентинот (Scotch Bond, Dentin-Adhesit, Bondlite, Dentin Bonding Agent).

Следи серија на ДА со таканаречена микромеханичка техника на атхезија, чија основна карактеристика е поактивен однос кон РС. Со своите компоненти, овие ДА или целосно го отстрануваат РС или само го модифицираат и хемиски го подготвуваат за врзување со смолите. Оваа подготовка на дентинската површина се наречува преттретман или кондиционирање.

Денес се наведуваат четири основни групи на дентин кондиционери (ДК):

- киселински (азотна, оксална, лимонска, малеинска, полиакрилна и др.);
- хелаторски (ЕДТА);
- технологија на песочење (микроабразија со честици на алуминиум оксид);
- ласерски.

Основна цел на кондиционирањето на дентинот е подготвување на дентинската површина за врската со реставративниот материјал. ДК ја менуваат површинската структура на дентинот предизвикувајќи два вида промени: (1) физички, во смисла на намалување на дебелината на РС; (2) хемиски, во смисла на демине-

рализација на неоргаскиот дел и модификација на органските фракции.

Со дејството на ДК се остваруваат следниве интеракции на површината на дентинот: (1) отстранување на РС; (2) промени во пермеабилноста на дентинот; (3) деминерализација на дентинската површина; (4) ефект врз колагенот; (5) промени врз влажењето на површината на дентинот.

Отстранување на РС

Отстранувањето на РС, кај некои ДА, е делумно (Imperva Bond, HR-Bond), а тоа значи отстранување од ИТД, додека ДТ остануваат затворени со чепови од РС. Кај другите ДА се врши целосно отстранување на РС, значи од ИТД и од ДТ (All-Bond 2, Scotchbond 2, Gluma 2000, Restobond 3, Clearfil Liner Bond System, Scotchbond Multi-Purpose и др.)

Промени во пермеабилноста на дентинот

Промените на пермеабилноста на дентинот се резултат на отворањето на ДТ, со отстранување на РС. Оваа постапка се контролира со јачината на киселината, односно со нејзината концентрација. Меѓутоа, некои испитувања покажаа дека одделни киселини, и во релативно ниски концентрации, можат наполно да ги отворат ДТ, за кратко време на апликација. Експериментално е докажано дека со зголемувањето на пермеабилноста, атхезијата се намалува.

Деминерализација на дентинската површина

Деминерализацијата на дентинската површина ги вклучува ИТД и ПТД, а пожелна е за да го активира колагенскиот механизам и да ја олесни инфилтрацијата на мономерот. Проблемот е во тоа, колкава деминерализација е потребна за оптимална атхезија?

Длабочината на деминерализацијата зависи од различни фактори, вклучувајќи ги концентрацијата, рН, вискозноста и времето на кондиционирање. Обично се споменува длабочина на деминерализацијата од 1 μm до 7,5 μm . Примената на 30-50% фосфорна киселина, во траење од 60 секунди, предизвикува деминерализација од 10 μm , а тоа е веќе онаа несакана длабочина, во која не може да пенетрира ефикасно мономерот. Затоа, некои автори предлагаат да се користат помалку агресивни киселини и да се скрати времето на кондиционирање,

додека други сметаат дека хидрофилните смоли се способни комплетно да го инхибираат де-калцифицираниот дентин, без разлика на процедурата на кондиционирање. Сепак, постои зависност помеѓу длабочината на деминерализацијата и пенетрацијата на смолата. Јачината на врзувањето на бондот за дентинот зависи од способноста за комплетна замена на растворениот хидроксил апатит со полимеризираниот бонд. Ако дентинот е деминерализиран толку длабоко, што деминерализираната зона не може да биде целосно промрежена или вкрстено врзана (cross linkage) и, со време, фрагилниот слој на колагенот може да се распадне.

Ефект врз колагенот

Со кондиционирањето на дентинот се врши селективно отстранување на хидроксил апатитните кристали, со што настанува соголзување на колагенската мрежа која, поради губењето на неорганската армиатура, може да колабира. Докажано е дека фосфорната киселина може да го денатурира колагенот, што може да се ублажи ако колагените влакна се сè уште опкружени со апатитни кристали, кои имаат способност да пуферираат.

Промени врз влажењето на површината на дентинот

Каков е ефектот на ДК врз влажењето на дентинската површина? За да може да се оствари врската помеѓу атхезивното средство и атхерентот (емајлот и дентинот), мора да постои “влажење” на површината (а тоа е способноста за разлевање по површината). Испитувањата на кондиционирањето со ЕДТА на глума атхезивниот систем покажале опаѓање на површинската тензија на влажењето (5).

Идеален атхезив е оној кој е способен со сема да ја навлажи површината на супстратот, а притоа да не дојде до контракција на структурата за време на полимеризацијата и да има особини слични на тврдите забни супстанции. Влажењето е оптимално, кога површината на супстратот е чиста, атхезивот има ниска вискозност, а супстратот и атхезивот се компатибилни. Кондиционираната дентинска површина, со сите наведени промени, сè уште не е спремна за апликација на бонд и композит. Потребен е посредник помеѓу хидрофилниот дентин и хидрофобниот бонд и композитот, а тој интермедиум е **прајмерот** (primer). Прајмерите се врзувачки средства, кои се поставуваат на површината на приготвениот супстрат, со задача, со измени на хемиските особини на емајлот и дентинот и со одржување на микроморфолошката струк-

тура, да обезбедат подобра атхезија и компатибилност.

Прајмерот ја влажи дентинската површина, пенетрира низ колагената мрежа, која со кондиционирањето е колабирана, ја подигнува речиси до нејзиното првобитно ниво, ја зголемува површинската напнатост и го подготвува овој простор за инфилтрирање на бондот. Со примената на прајмерот, всушност, се врши реекспандирање на собраниот дентин.

Во некои ДАС кондиционерот и прајмерот се комбинирани, односно кондиционерот е содржан во прајмерот. Тоа се таканаречените самоагризувачки прајмери. Тие имаат повеќекратна улога: го разлагаат РС, вршат површна деминерализација, го подобруваат влажењето, овозможуваат навлегување на бондот во зголемените интерфибрилари простори настанати со соголзувањето на колагенскиот матрикс (9).

Бондот нанесен по кондиционирањето и апликацијата на прајмерот, пенетрира во подготвената дентинска површина:

- со пенетрацијата во ДТ бондот создава смолести продолженија, чие разгранување во анастомози помеѓу ДТ придонесува за јачината на атхезијата;
- со пенетрацијата во деминерализираниот ПТД го спречува извлекувањето на смолестите продолженија од ДТ при полимеризационата контракција и ја зајакнува атхезијата;
- со пенетрацијата во ИТД кополимеризира со прајмерот, вршејќи вкрстено врзување (cross linkage), совладувајќи го интермедијарниот слој од колаген и смола, наречен смолеста засилена зона, смолесто инфилтриран или хибриден слој. Формирањето на овој мешан слој од дентин и смола, прв пат опишан од Nakabayashi (12), во 1982 година, се смета за примарен врзувачки механизам на повеќето ДАС. Се смета дека атхезивните сили се многу помали доколку бондот не формира ваков хибриден слој. Поголемо значење за атхезијата има хибридниот слој отколку смолестите продолженија, зашто тие кај виталните заби се пократки, што се должи на дентинскиот флуид, кој ја редуцира пенетрацијата на смолата.

Најново во развитокот на ДАС е потенцирањето на значењето на влажењето на дентинската површина. Одржувањето влажна површина е есенцијално за оптимален развој на хибридниот слој. Сушењето на кондиционирано дентин може да предизвика колапс на колагенската мрежа, која, деминерализирана, е без потпора, инхибирајќи ги адекватното влажење и пенетрацијата на прајмерот (16).

Истражувањата покажуваат дека сушењето на дентинот предизвикува собирање и намалување на деминерализираниот дентински ма-

трикс, што е последица на промени во хемискиот состав на дентинот по кондиционирањето. Pashley (16) дава табеларен приказ на процентуално изразените промени во составот на третариот дентин, во различни фази на процедурата (таб. 2.)

ТАБЕЛА 2. ПРОМЕНИ ВО СОСТАВОТ НА ДЕНТИНОТ ВО РАЗНИ ФАЗИ НА ТРЕТМАНОТ СО ДЕНТИН АТХЕЗИВИ

Состав	Минерализиран	Деминерализиран	Смолесто инфилтриран
минерали	50	0	0
колаген	30	30	30
вода	20	70	40-0
смола	0	0	30-70

За да се одбегне колапсот на деминерализираната дентинска површина, Kanca (11) и Gwinnett (8) предлагаат таканаречено “влажно бондирање” (wet bonding), при што дентинската површина се премачкува со 2% хлорхексидин, кој врши дезинфекција и рехидратација, а со тоа зголемување на атхезионата сила за 30%-40%. Секако, површината не треба да биде премногу влажна за да не се разрежи прајмерот и со тоа да не го изгуби својот ефект. Површината треба да биде хидрирана или, како што нагласува Swift (17), “треперливо сјајна”.

Влажното бондирање не би смеело да се користи како изговор и да се дозволи контаминација со плунка, гингивални флуиди и крв. Сите овие биолошки течности содржат протеини кои ја прекриваат кондиционираната дентинска површина и ги пополнуваат и онака малите простори помеѓу колагените влакна, 0,01 μm до 0,3 μm , според Pashley (16), кои се подготвени за дифундирање на смола.

Специфичности на најновите ДАС

За разлика од претходната генерација ДАС, кои се означуваат како “специфични”, зашто бараат одвоен третман за емајлот (GLUMA, Syntac, Tenure, Scotchbond 2, Superflux Universalbond 2), најновите ДА, кои претставуваат четврта генерација, се означуваат како **универзални ДА** (All-Bond 2, Alearfil Liner Bond System, Optibond, Scotchbond Multi-Purpose, One step и др.).

Оваа група ДА имаат некои заеднички особености: (1) тие функционираат на принципот на *влажно бондирање*; (2) ја применуваат техниката на таканаречено *йойално нагризивање*, а тоа значи истовремено кондиционирање на емајл и дентин, што претставува поедноставување на процедурата на работа и со тоа заштеда во време; (3) имаат *способност да се врзуваат* не само за емајлот, дентинот и композитите, туку и за *металните леѓури, йорцеланото и амалгамото*, па се користат за изработка на индиректни реставрации.

Керамичките и композитните инлеи, онлеи, коронки и фасети можат да бидат поврзани со забните структури преку универзални ДА цемента врз база на композити. Конвенционалните, метални коронки и фиксни парцијални протези, исто така, можат да бидат поврзани со забните супстанции, како и мериленд-мостовите, по адекватен третман на површината (печенење и калаисување).

Интересна е и употребата на ДА за врзување на амалгамските реставрации (All Bond 2, Malagambond, Panavia, Imperva Bond Multi-Purpose). Амалгамбонд е АДС, развиен во Јапонија од Nakabayashi и сор. (13), пред повеќе од десет години. Природата на врската помеѓу амалгамот и смолите се уште не е сосема јасна, меѓутоа, овој метод дава многу предности: (1) ја редуцира потребата од ретензивни форми на кавитетите, а тоа значи заштеда на забната супстанција, што е особено значајно за младите трајни заби; (2) со овој метод се зацврстуваат сидовите на кавитетот, атхезивниот смолест лајнер ја редуцира појавата на маргинална пукнатина, а со тоа се превенира појавата на секундарен кариес и се намалува постпрепарационата осетливост.

Некои од поновите ДА се препорачуваат за десензибилизација. Механизмот на редуцирање на осетливоста со атхезивите, најверојатно, се засновува на оклузијата на ДТ и хибридацијата на ИТД. Клиничките студии покажале добри резултати со употребата на ГЛУМА прајмерот (5), како десензибилизатор кај ерозивноабразивните лезии или кај препарираниите заби за коронки.

Од групата на најновите ДА, All-Bond Desensitizer (Bisco) е специјално подготвен за оваа намена.

Поради наведените особености, на универзалните ДА повеќе им одговара називот **дентал-атхезиви** отколку **дентин-атхезиви**. Тие имаат најголема атхезивна сила (17), во споредба со претходните генерации на ДА (20-24 mPa).

Заклучок

За појавувањето на ДА и нивниот развој, за овие 40 години, за досегашниот степен на усовершеност, треба да им бидеме благодарни на науката, на ентузијазмот на истражувачите и на упорноста на денталната индустрија. Тие заедно, со постојано стремење кон напредок, успеаја да ја издигнат конзервативната ресторативна стоматологија на ова високо ниво.

Затоа мислам дека за атхезивната стоматологија, со право, може да се примени мото-то на Colgate "The science behind the smile".

THE SCIENCE BEHIND THE SMILE

Mirčeva M.

Summary

Introduction of the etching technique in restorative dentistry focused efforts for adhesion performance via dentin. Taking in consideration histomorphological features of dentin hindering adhesion, development of dentin adhesive system has been rather slow, but with permanent improvements. So, the 4th generation of dentin adhesives was introduced offering a wide range of possibilities for the esthetic dentistry.

Key words: dentin adhesives; dentin, dental esthetic

Литература

1. BERGENHOLTZ G, JONTELL M, TUTTLE A, KNUTSSON G. Inhibition of serum albumin flux across exposed dentine following conditioning with GLUMA primer, glutaraldehyde or potassium oxalates. J Dent 1993; 21: 220-7.
2. BUONOCORE MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J Dent Res 1955; 34: 849-53.
3. CAUSTON BE. Improved bonding of composite restorative to dentine. Br Dent J 1984; 156: 93-5.
4. DOUGLAS WH. Clinical status of dentine bonding agents. J Dent 1989; 17: 209-15.
5. FELTON DA, BERGENHOLTZ G, KANOY BE. Evaluation of the desensitizing effect of Gluma Dentin Bond on teeth prepared for complete-coverage restorations. Int J Prosthodont 1991; 4: 292-8.
6. FUSAYAMA T. Factors of prevention of pulp irritation by adhesive composite resin restorations. Quintessence Int 1987; 18(9): 633-40.
7. GILPATRICK RO, ROSS JA, SIMONSEN RJ. Resin-to-enamel bond strengths with various etching time. Quintessence Int 1991; 22: 47-9.
8. GWINNETT AJ. Effect of cavity disinfection on bond strength to dentin. J Esthet Dent 1992; 4: 11-3.
9. HALLER B. Mechanismus und Wirksamkeit von Dentinhaftvermittlern. Dtsch Zahnztl Z 1994; 49: 750-9.
10. IVANOVIĆ V, ŽIVKOVIĆ S, PAJIĆ M. Adhezivni sistemi u restaurativnoj odontologiji: sadašnjost i budućnost. Stomatol GI Srb 1995; (1): 7-15.
11. KANCA J. Effect of resin primer solvents and surface wetness on resin composite bond strength to dentin. Am Dent J 1992; (5): 213-5.
12. NAKABAYASHI N, NAKAMURA N, YASUDA N. Hybrid layer as a dentin-bonding mechanism. J Esthet Dent 1991; 3: 133-8.
13. NAKABAYASHI N, WATANABE A, GENDUSA NJ. Dentin adhesion of a "modified" 4-META/MMA-tbb resin: function of HEMA. Dent Mater 1992; 8: 259-64.
14. PASCHLEY DH, PASCHLEY EL. dentin permeability and restorative dentistry: a status report for the American Journal of Dentistry. Am J Dent 1991; 4: 5-9.
15. PASCHLEY DH, CIUCCHI B, SANO H, HORNER J. Permeability of dentin to adhesive agents. Quintessence Int 1993; 24: 618-31.
16. PASCHLEY DH, CIUCCHI B, SANO H. Dentin as a bonding substrate. Dtsch Zahnztl Z 1994; 49: 760-3.
17. SWIFT EF, PERDIGA J, HEYMANN HO. Bonding to enamel and dentin: A brief history and state of the art. Quintessence Int 1995; (2): 95-110.
18. ŠUTALO J, LEDIĆ J, ANIĆ B. Klasifikacija dentinskih adheziva. Acta Stomatol Croat 1992; (2): 139-46.
19. VAN MEERBEEK B, BRAEM M, LAMBRECHTS P, NANHERLE G. Dentinhaftung: Mechanismen und klinische Resultate. Dtsch Zahnztl Z 1994; (12): 977-84.