

Debonding a odstraňování zbytkového adheziva; in vitro srovnání kvality vazby, odstraňování zbytkového adheziva a přínosnosti flash-free produktu v ortodoncii

Thorsten Grünheid*, Geoffrey N. Sudit** a Brent E. Larson*

*Sekce ortodoncie, University of Minnesota School of Dentistry, Minneapolis, MN a **Privátní praxe, Austin, TX, USA
Korespondence: Thorsten Grünheid, Division of Orthodontics, University of Minnesota School of Dentistry, 515 Delaware Street S.E., Minneapolis, MN 55455, USA. E-mail: tgruenhe@umn.edu

Shrnutí

Okolnosti/cíle: Nový systém ortodontických zámeků využívající adhezivní systém flash-free (bez nežádoucího přebytku adheziva) eliminuje potřebu následného odstranění zbývajících adheziva po bondingu ortodontických zámeků. Studie srovnala tento typ nového adhezivního systému s konvenčními adhezivy s ohledem na mikronetěsnosti (microleakage) na rozhraní mezi sklovinou a zámkem, množství adheziva, které na zubech zůstává po sejmutí zámeků, dobu potřebnou k následnému odstranění zbytkového adheziva a preference klinických pracovníků.

Materiály/metody: Keramické zámky byly nalepeny na celkem 184 řezáků skotu pomocí jak adhezivního systému flash-free (APC Flash-Free Adhesive Coated Appliance System, 3M Unitek[3M], Monrovia, California, USA), tak konvenčního adhezivního materiálu (APCII Adhesive Coated Appliance System, 3M). 24 zubů bylo naskenováno pomocí mikropočítačové tomografie (mikro-CT) za účelem kvantifikace mikronetěsností do adhezivní vrstvy. Dvacet ortodontistů sejmul zámky, odstranilo zbývajících adhezivum a následně dokončilo průzkum zhodnocením preference jednoho ze dvou využitých adhezivních systémů. Zbytkové adhezivum bylo kvantifikováno a čas potřebný na jeho odstranění zaznamenán. Rozdíly mezi jednotlivými adhezivními systémy byly zkoumány pro dosažení statistického rozdílu.

Výsledky: U obou zkoumaných adhezivních systémů byly mikronetěsnosti minimální, bez významnějších vzájemných rozdílů. Množství zbytkového adheziva po sejmutí bylo větší u systému flash-free, přičemž rozdíly v době trvání čištění zbývajících adheziva nebyly významné. Čtrnáct z dvaceti ortodontistů upřednostnilo použití adhezivního systému flash-free před konvenčními adhezivními materiály.

Omezení: Při in vitro testování nelze replikovat skutečné klinické podmínky in vivo debondingu.

Závěry: V oblasti kvality spojů a odstraňování zbytkového adheziva vykazuje flash-free adhezivní systém obdobně dobré vlastnosti jako konvenční adhezivní materiály, nicméně v rámci daného testování je většinou ortodontistů upřednostňován.

Úvod

Klinickým pracovníkům, kteří stále hledají praktická a účinná řešení pro svou praxi, jsou průběžně představovány nové ortodontické produkty. Jedním z produktů, který by mohl být považován za „praktické a účinné řešení“, je nový adhezivní systém flash-free pro bonding zámeků. Během bondingu zámeků běžně dochází k obtékání báze zámku tzv. vytlačeným adhezivem (flash), tj. přebytkové adhezivum vytlačené na povrch skloviny tlakem, který zámeček vyvíjí. Toto

vytlačené adhezivum je třeba odstranit před tuhnutím adheziva, aby se předešlo mechanickému poškození gingivy (1) a aby se snížil výskyt nahromaděného plaku a následná demineralizace skloviny (2). Flash-free adhezivní systém, obsažený v mřížce z nevinutého přílehavého vlákna, která se nachází na bázi zámku, přislíbují eliminovat potřebu odstraňovat po bondingu vytlačené adhezivum. V okamžiku, kdy je zámeček pokrytý adhezivním systémem flash-free umístěn na zub, je adhezivum navrženo tak, aby se rozprostřelo a přizpůsobilo povrchu zubu a vytvořilo tak rovnoměrné a konzistentní spojení, aniž by bylo třeba odstraňovat vytlačené adhezivum.

Aby byla ortodontická léčba fixními aparáty úspěšná,



V Magazínu JPS najdete pouze část studie, kompletní studii naleznete na www.jps.cz nebo si ji stáhněte prostřednictvím QR kódu.

je třeba vysoce kvalitní vazby, která zajistí upevnění zámku k zubu po dobu průběhu celé léčby. Spoj musí obsahovat nejmenší možné množství dutin, protože dutiny v adhezivní vrstvě mohou snížit pevnost vazby, vést k selhání vazby a/nebo usnadnit tvorbu bílých skvrn (whites spots) (3).

Po ukončení ortodontické léčby jsou zámky snímány z povrchu skloviny. Při odstraňování nasazených zámků, může dojít k poškození na jedné ze tří ploch: mezi bondovacím materiálem a zámkem, ve vlastním bondovacím materiálu nebo mezi bondovacím materiálem a povrchem skloviny. Pokud bylo dosaženo pevné vazby na sklovinu, je poškození na povrchu skloviny při debondingu nežádoucí. Při snímání může bondovací materiál odtrhnout povrch skloviny. Z tohoto důvodu, tvoří rozhraní mezi bondovacím materiálem a zámkem plochu, jejíž poškození ortodontisté preferují (4). Z výše uvedeného důvodu, se považuje za ideální, když adhezivum na povrchu zubu po sejmutí zůstane (5). Samozřejmě je potřeba zbytkové adhezivum z povrchu zubu odstranit. Vzhledem k době strávené odstraňováním zbývajících adheziva po sejmutí zámků, je tomu určená schůzka jednou z nejdelších v průběhu celé ortodontické léčby. Delší návštěvy vyžadují více pacientova cenného času a jsou nákladnější pro lékaře. Kvalita vazby, způsob poškození při snímání a jednoduchost odstraňování zbytkového adheziva jsou pro lékaře důležité faktory ovlivňující výběr adhezivního systému pro bonding ortodontických zámků. Preference lékařů a přijetí v rámci ortodontické komunity nakonec určí, zda nový adhezivní systém uspěje, či nikoliv. Z uvedených důvodů, tato studie měla za cíl zhodnotit kvalitu vazeb na rozhraní mezi sklovinou a zámkem, množství zbytkového adheziva na povrchu zubů po debondingu zámků, dobu potřebnou pro odstranění zbytkového adheziva a preference lékařů na základě srovnání adhezivního systému flash-free s konvenčními adhezivními materiály, které se v současnosti využívají. Předpokládalo se, že v těchto ohledech nebudou mezi adhezivy významné rozdíly.

Materiály a metody

Souhlas k provedení této studie jsme získali od Komise pro Přezkoumání Univerzity v Minnesotě (Institutional Review Board at the University of Minnesota). Informovaný souhlas jsme získali od všech účastníků se ortodontistů.

Příprava vzorku

Z místních jatek bylo nashromážděno celkem 184 stálých řezáků skotu, které byly omyty tekoucí vodou a uchovány v 0,1% roztoku thymolu za pokojové teploty (6). Kritérii výběru byly vhodná bukalní sklovina a sklovina nepoškozená extrakcí. Zuby byly očištěny od paradontu a bukalní povrchy skloviny byly na ořezávače dentálních modelů vyhlazeny do rovna

pomocí brusného kotouče a vyleštěny mušelinovým leštícím kotoučem na leštícím soustruhu dentální laboratoře, s cílem odstranit charakteristická zakřivení na labiálním povrchu řezáků skotu (7, 8). Důraz byl především kladen na to, aby nedošlo k perforaci skloviny.

Náhodně se vybralo 24 zubů. Tyto zuby se připravili pro mikro-CT. Zuby byly rozděleny do dvou stejně velkých skupin a bondovány adhezivním systémem flash-free v jedné skupině a konvenčním adhezivním materiálem ve skupině druhé. Každý bukalní povrch zubu byl očištěn a vyleštěn profylaktickou pastou bez fluoridu (Topex Prep&Polish, Sultan Healthcare, Hackensack, New Jersey, USA) pomocí gumových kalíšků, které byly upevněny po dobu 5 sekund na nízko-otáčkové násadce, opláchnut vodou a osušen suchým vzduchem. Každý bukalní povrch byl na 30 sekund poleptán 35% ortofosforečnou kyselinou (Temrex, Freeport, New York, USA), opláchnut vodou, aby bylo odstraněno leptání, vysušen na vzduchu dokud nebyl tupý a chladný a dle instrukcí výrobce byl nanesen světlem tuhnutí adhezivní primer (Transbond XT Primer, 3M Unitek [3M], Monrovia, California, USA). Na horní střední řezáky v první skupině byly bondovány keramické zámky flash-free adhezivním systémem (Clarity Advanced, 3M), zatímco na řezáky druhé skupiny systémem konvenčního adheziva (APC Flash-Free Adhesive Coated Appliance System, 3M). Tyto systémy využívají stejné typy zámků, liší se pouze v použití typu adheziva, kterým jsou zámky potřeny. Všechny zámky byly bondovány při konstantním tlaku 3N, což bylo kalibrováno pomocí měřidla tlaku (Correx, Haag-Streit, Bern, Switzerland). Přebytkové (vytlačené) adhezivum okolo zámků, na kterých bylo nanášeno konvenční adhezivum, bylo odstraněno pomocí ostré frézy. Adhezivum bylo přes zámek polymerováno po dobu 3 vteřin novým typem polymerační lampy (Ortholux Luminous Curing Light, 3M). Vzdálenost mezi lampou a zámkem byla udržována na 5 mm, aby bylo dosaženo optimální polymerace. Dva zuby, každý zub pro jeden typ adheziva, byly připraveny jako pozitivní kontrola. Tyto zuby měly mezi povrchem skloviny a bází zámku umístěnou slabou lepicí pásku, která byla po bondingu zámků odstraněna, proto, aby vytvořila puklinu. Všechny zuby, až na dva zuby, které byly použity jako negativní kontrola, byly připraveny pro mikro-CT a byly ponořeny za pokojové teploty na 24 hodin do 50% vodného roztoku dusičnanu stříbrného, aby umožnily detekovat mikronetěsnosti v adhezivu.

Zbýlých 164 zubů bylo vsazeno do samo-tuhnoucí ortodontické akrylové pryskyřice ve dvaceti sadách po osmi zubech. Každá sada obsahovala dva centrální řezáky a šest postranních řezáků, aby došlo k simulaci zubního oblouku (obr. 1). Zuby byly ponořeny do pryskyřice pouze po úroveň spojení tmele se sklovinou a následně byly na jednu stranu

horních předních řezáků bondovány keramické zámky s použitím adhezivního systému flash-free a na druhou stranu systémem konvenčního adheziva, jak je detailně popsáno výše. Umístění typu adheziva na strany zubů bylo u jednotlivých sad zubů náhodné. Na každý střední řezák byly bondovány dva zámky, zatímco na každý postranní řezák byl nasazen jeden zámek, což dohromady čítá 10 zámků na každou sadu zubů. Tak bylo celkem na simulované dentální oblouky nasazeno 100 zámků pomocí flash-free adhezivního systému APC společnosti 3M (APC Flash-Free Adhesive Coated Appliance System) a 100 zámků konvenčním adhezivním systémem APCII společnosti 3M (APCII Adhesive Coated Appliance System). Po dokončení bondování byly vzorky ponořeny na 24 hodin do destilované vody teploty 37°C, aby spoje dosáhly výsledné pevnosti (9).

Mikropočítačová tomografie (mikro-CT)

Zuby připravené pro mikro-CT byly naskenovány v mikro-CT systému XTH 225 (Nikon Metrology, Brighton, Michigan, USA) v prostorovém rozlišení od 1,6 do 5,0 μm . Použité parametry skenu byly 90kV, 90 μA , doba expozice 708 ms, 720 projekcí. Každá projekce skenu byla provedena čtyřikrát a pak zprůměrována za účelem zlepšení podílu signálu a šumu.

Všechny skeny byly zrekonstruovány pomocí specializovaného softwaru (CT Pro 3D, Nikon Metrology) a následně na nich byly zkoumány mikronetěsnosti dusičnanu stříbrného do adhezivní vrstvy, které byly indikovány přítomností rentgen kontrastního odlišení

mezi bází zámků a povrchem skloviny. Množství dusičnanu stříbrného bylo kvantifikováno následovně. Na každém snímku byla adhezivní vrstva určena jako objem zájmu (volume of interest - VOI). VOI byly segmentovány tak, aby byl dusičnan stříbrný oddělen od pozadí (SkyScan CT-analyzer Version 1.1, Bruker microCT, Kontich, Belgium). Optimální prahová hodnota pro segmentaci byla vizuálně stanovena postupným obměňováním a srovnáváním výstupů s vrstvami dusičnanu stříbrného na povrchu jednotlivých zámků na originálním skenu (10). Na segmentovaném snímku, pouze voxely s lineární atenuační hodnotou vyšší než prahová hodnota tj. ty, které představují dusičnan stříbrný, si zachovaly svou šedou hodnotu, zatímco voxely s lineární atenuační hodnotou nižší než prahová hodnota, zprůsvitněly. Objem mikronetěsností dusičnanu stříbrného byl vypočítán za použití počtu voxelů a rozlišení skenu.

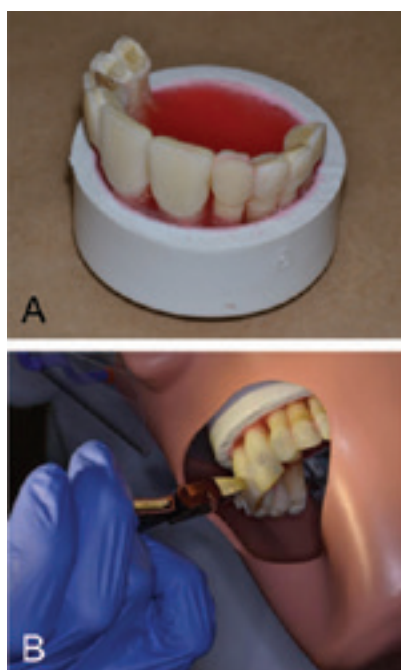
Debonding a odstraňování zbytkového adheziva

Sady zubů zasazených do ortodontické pryskyřice byly připevněny k fantomovým hlavám. Dvacet ortodontistů bylo požádáno debondovat zuby pomocí účelného nástroje (Unitek Self-Ligating Bracket Debonding Instrument, 3M) dle pokynů výrobce (obr. 1). Ortodontistům byl typ adhezivního systému zaslepen, pouze jim bylo sděleno, že se na jedné straně jedná o „produkt A“ a na druhé jde o „produkt B“.

Když byly zámky sejmuty, byl použit jeden kalibrovaný operátor k obodování indexu zbytkového adheziva (adhesive remnant index - ARI), který byl skupinám zaslepen pod zvětšením dentálními lupovými brýlemi 2.5x (Orascoptic, Middleton, Wisconsin, USA), následovně: 0 = žádné zbývající adhezivum na zubu; 1 = méně jak polovina adheziva z bývalého na zubu; 2 = více jak polovina zbývajícího adheziva; 3 = celé adhezivum zbývající na zubu. Shoda operátora se sebou samým byla vyhodnocena opakovaným obodováním pěti specificky bondovaných a debondovaných oblouků po uplynutí období tří týdnů, kdy neprobíhalo testování (washout period).

Každý ortodontista byl požádán odstranit zbytkové adhezivum z povrchu zubu za využití nového karbid wolframového dokončujícího nástroje (H 283-21-012, Brasseler, Savannah, Georgia, USA) nasazeného do nízko-otáčkové násadky. Odstranění adheziva se považovalo za dokončené, v okamžiku, kdy byl povrch zubu hladký a po vizuální kontrole pod stomatologickou lampou vypadal zbavený kompozita. Odstranění adheziva bylo z časového hlediska měřeno na vteřiny za použití digitálních stopek a verifikováno pod dentálními lupovými brýlemi při zvětšení 2,5x.

Po odstranění zbytkového adheziva, byli ortodontisté požádáni, aby dokončili specifický průzkum zaměřený na jejich preference jednoho ze dvou adhezivních systémů (Příloha 1) a aby ohodnotili své zkušenosti se



Obr. 1 (A) řezáky skotu zasazené do samotuhnoucí akrylové pryskyřice simulující zubní oblouk. (B) Debonding

snímáním a odstraňováním adheziva na pěti-stupňové Linkertově škále v rozsahu od „velmi nevyhovující“ až po „velmi vyhovující“. Pilotní průzkum byl proveden u deseti ortodontických asistentek s cílem ověřit jasnost formulace otázek a ověřit nástroj průzkumu.

Statistická analýza

U každého adhezivního systému byly vypočteny průměrné hodnoty, standardní odchylky a koeficienty variace času potřebného k odstranění zbytkového adheziva. Rozdíly v časech potřebných k odstranění adheziva a v množství mikronetěsností dusičnanu stříbrného u obou typů adhezivních systémů byly testovány za použití Mannova-Whitneova pořadového testu s cílem dosáhnout statistického rozdílu, poté, co byla data testována na normalitu (Kolmogorův-Smirnovův test). Vážený kappa koeficient byl vypočten, aby se vyhodnotila shoda operátora se sebou samým u hodnocení ARI. Rozdílné hodnoty ARI u jednotlivých adhezivních systémů byly srovnány pomocí Cochranova-Armitageova testu trendu pro dosažení statistického rozdílu. Pearsonovy korelační koeficienty byly vypočteny separátně pro každý adhezivní systém, aby bylo možné zhodnotit asociaci mezi ARI a dobou potřebnou pro odstranění zbytkového adheziva po sejmutí. Rozdíly ve zkušenostech klinických pracovníků s debondingem a odstraňováním adheziva byly testovány použitím Cochranova-Armitageova testu trendu s cílem dosáhnout statistického rozdílu. Statistické analýzy byly provedeny za využití SAS 9.4 Windows (SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA). P-hodnoty považované za statisticky významné, byly nižší než 0,05.

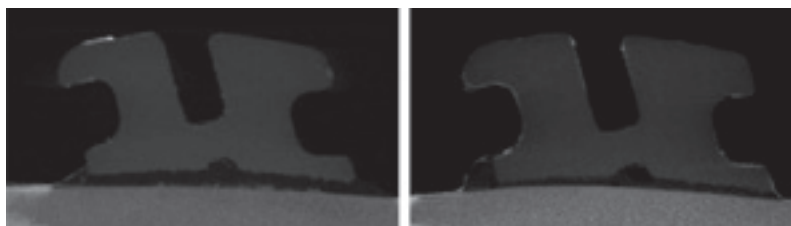
Výsledky

Kvalita vazby na rozhraní mezi sklovinou a zámkem

Příklady mikro-CT skenů zámků přilepených flash-free adhezivním systémem a konvenčním adhezivním materiálem jsou zobrazeny na **Obrázku 2**. Na všech skenech vytváří flash-free adhezivní systém hladký, nestrukturovaný povrch, přičemž je rovnoměrně nanesen a přizpůsoben povrchu skloviny. Naproti tomu, u konvenčního adhezivního materiálu je patrný neupravený povrch s nerovným přechodem adheziva k povrchu skloviny. Množství penetrace dusičnanu stříbrného do adheziva je uvedeno v **tabulce 1**. U obou testovaných adhezivních systémů byly mikronetěsnosti dusičnanu stříbrného do adheziva minimální, mírně vyšší obsah penetrace dusičnanu stříbrného byl shledán do konvenčního adhezivního materiálu. Nejednalo se však o statisticky významný rozdíl. ($P = 0.074$).

Množství zbytkového adheziva na povrchu zubu po debondingu zámků

Vážený kappa koeficient shody operátora se sebou samým u hodnocení ARI byl 0.952, což indikuje vysokou míru shody (13). Ve sklovině nebyly zaznamenány žádné trhliny. Procenta ARI hodnocení po debondingu jsou uvedena v **tabulce č. 2**. U 94% zámků lepených pomocí flash-free adhezivního systému, zůstalo na zubu po sejmutí téměř veškeré či většina adheziva, což znamená poškození na rozhraní mezi zámkem a adhezivem. K tomuto způsobu poškození, které bylo označeno stupni 2 a 3 na škále ARI, došlo u 64 % případů zámků bondovaných pomocí konvenčního adhezivního materiálu. Statistické testování odhalilo, že množství adheziva zbývající na zubu po sejmutí zámků bylo významně vyšší ($P < 0.0001$) u flash-free adhezivního systému.



Obr. 2 Příklady mikro-CT skenů použitých ke kvantifikaci mikronetěsností dusičnanu stříbrného do adhezivní vrstvy zámků bondovaných flash-free adhezivem (vlevo) a konvenčním adhezivem (vlevo). Profilové části znázorňují množství vytlačeného adheziva (flash) u každého typu adhezivního systému stejně jako radio-neprůsvitné vrstvy dusičnanu stříbrného na vnějším povrchu zámků.

Čas potřebný na odstranění zbytkového adheziva

Časy potřebné k odstranění zbytkového adheziva na kvadrant jsou uvedeny v **tabulce č. 3**. V průměru, odstranění zbytkového adheziva z pěti zubů po sejmutí zámků bondovaných flash-free adhezivním systémem trvalo 1:58 (minuty:vteřiny), zatímco odstranění adheziva APC II z pěti zubů trvalo 2:14. Přesto, že

odstraňování systému flash-free bylo v průměru o 8 % rychlejší, rozdíl není považován za statisticky významný ($P = 0.797$).

Po zprůměrování ARI dat na úrovni oblouku, byla lineární spojitost mezi ARI a dobou odstranění adheziva odhadnuta použitím Pearsonova korelačního koeficientu samostatně u každého adhezivního systému. U konvenčních

Tabulka 1. Penetrace dusičnanu stříbrného do adheziva

Flash-free adhezivum		Konvenční adhezive	
Objem (μm^3)	COV (%)	Objem (μm^3)	COV (%)
0,25 (0,55)	2,22	76,70 (119,00)	1,55

Výsledky jsou průměrné hodnoty (standardní odchylky)
COV – koeficient variace
Statisticky nevýznamné rozdíly mezi skupinami
(Mann-Whitneyho test, $P > 0.05$)

Tabulka 2. RI po debondingu

ARI skóre	Flash-free adhezivum		Konvenční adhezive	
	Výskyt	Procento	Výskyt	Procento
0	2	2	11	11
1	4	4	25	25
2	20	20	36	36
3	74	74	28	28

0= žádné zbylé adhezivum na zubu; 1=méně jak polovina adheziva na zubu;
2=více jak polovina adheziva na zubu; 3=všechno adhezivum na zubu

Tabulka 3. Doba potřebná k odstranění přebývajících adheziva na kvadrant

Flash-free adhezivum			Konvenční adhezive		
Čas (s)	Rozsah (s)	COV (%)	Čas (s)	Rozsah (s)	COV (%)
118 (82)	21–290	69,94	134 (95)	30–351	71,00

Výsledky jsou průměrné hodnoty (standardní odchylky)
COV – koeficient variace
Statisticky nevýznamné rozdíly mezi skupinami
(Mann-Whitneyho test, $P > 0.05$)

adhezivních materiálů byly korelace relativně vysoké ($r = 0.521$) a statisticky významné ($P = 0.019$), zatímco u flash-free adhezivních systémů byly nižší ($r = 0.077$) a statisticky nevýznamné ($P = 0.748$).

Preference klinických pracovníků

Procenta Likertovy škály týkající se zkušeností klinických pracovníků s debondingem jsou uvedena v **tabulce č. 4**. Kliničtí pracovníci svoji zkušenost s debondingem flash-free adhezivních systémů v 80 procentech označili za „do určité míry vyhovující“ nebo „velmi vyhovující“ v porovnání s 60 procenty u konvenčních adhezivních materiálů. Navzdory kladnějšímu hodnocení systému flash-free oproti konvenčnímu, nebyl rozdíl statisticky významný ($P = 0.179$).

Procenta Likertovy škály, související se zkušenostmi klinických pracovníků s odstraňováním adheziva, jsou uvedena v **tabulce č. 5**. Kliničtí pracovníci svoji zkušenost s odstraňováním adheziva v 75 procentech hodnotili jako „do určité míry vyhovující“ nebo „velmi vyhovující“, zatímco 50 procent klinických pracovníků obdobnými dvěma stupni hodnotilo konvenční adhezivní materiály. Navzdory kladnějšímu hodnocení flash-free adhezivních systémů oproti konvenčním, nebyl rozdíl statisticky významný ($P = 0.154$).

Tabulka 4. Zkušenosti klinických pracovníků s debondingem testovaných adhezivních systémů

Zkušenost	Flash-free adhezivum		Konvenční adhezive	
	Výskyt	Procento	Výskyt	Procento
Velmi nepříjemné	0	0	0	0
Nepříjemné	2	10	4	20
Neutrální	2	10	4	20
Příjemné	7	35	7	35
Velmi příjemné	9	45	5	25

Tabulka 5. Zkušenosti klinických pracovníků s odstraňováním testovaného adhezivního systému

Zkušenost	Flash-free adhezivum		Konvenční adhezive	
	Výskyt	Procento	Výskyt	Procento
Velmi nepříjemné	0	0	1	5
Nepříjemné	1	5	3	15
Neutrální	4	20	6	30
Příjemné	7	35	4	20
Velmi příjemné	8	40	6	30

Čtrnáct z dvaceti ortodontistů upřednostňovalo flash-free adhezivní systémy oproti konvenčním z následujících důvodů (více jak jeden důvod na pracovníka je přípustný): snáze odstranitelné (x8); menší síla je zapotřebí pro debonding zámků (x4); jemnější materiál (x3); rychlejší odstraňování (x2); snáz viditelný (x1); předvídatelnější debonding (x1). Zbývajících 6 ortodontistů upřednostnilo konvenční adheziva před systémy flash-free z následujících důvodů (více jak jeden důvod na pracovníka je přípustný): méně zbývajících adheziva na zubu (x4); snazší odstraňování (x2); rychlejší odstraňování (x1).

Diskuse

Konvenční adhezivní materiály pro bonding ortodontických zámků tradičně vyžadují odstranění vytlačeného adheziva okolo báze zámků před vlastním tuhnutím adheziva. Ve snaze zlepšit a optimalizovat bonding zámků, byl na trh uveden nový adhezivní systém flash-free, který přislíbujee eliminovat potřebu odstraňovat adhezivum po bondingu. Tato studie ohodnotila nový zmíněný systém s ohledem na mikronetěsnosti na rozhraní mezi sklovinou a zámkem, množství zbytkového adheziva na povrchu zubu po sejmutí zámků, dobu potřebnou k odstranění zbytkového adheziva a preference klinických pracovníků v in vitro podmínkách.

In vitro studie využívající nehumánní dentální tkáň se běžně používají ke zhodnocení dentálních materiálů (14, 15). Tato práce použila jako model lidských zubů zuby skotu. V řadě předchozích studií se tento model osvědčil a prokázal, že řezáky skotu se značně podobají lidským zubům (7, 16).

Kvalita vazby na rozhraní mezi sklovinou a zámekem

V zubním lékařství je mikronetěsnost (microleakage) definována jako prosakování a únik tekutin a bakterií do rozhraní mezi sklovinou a kompozitem (17). Mikronetěsnosti v okolí výplní mohou zvýšit pravděpodobnost pooperační citlivosti a opakujícího se zubního kazu, zatímco mikronetěsnosti kolem ortodontického zámku mohou způsobit vznik bílých skvrn (white spots) (3). Díky použití CT, tato studie prokázala minimální mikronetěsnosti u obou testovaných adhezivních systémů, což předpokládá, že jak pomocí flash-free adhezivního systému, tak konvenčního adhezivního materiálu lze dosáhnout velmi kvalitní vazby. Tato zjištění jsou v souladu s dříve provedenými studiemi, které prokázaly žádné nebo minimální mikronetěsnosti na rozhraní mezi adhezivem a sklovinou u světlem tuhajícího adheziva společnosti 3M (3Ms Transbond XT light cure adhesive) (18,19), představující systém APCII Adhesive Coated Appliance použitý v této studii.

Množství zbytkového adheziva na povrchu zubu po debondingu zámku

Adhezivní systém flash-free zanechal po sejmutí zámků více adheziva na povrchu zubu než konvenční adhezivní materiál. Hodnocení ARI naznačuje, že obecně došlo k selhání vazby, jak na rozhraní mezi zámekem a adhezivem, tak v rámci adheziva, a že rozhraní mezi zubem a adhezivem nebylo typickou plochou, kde k selhání docházelo. Přesto, když neabsolutně, je ARI hodnocení dobrým indikátorem plochy, kde může dojít k selhání vazby. V porovnání s konvenčními adhezivními materiály, dochází k selhání u systému flash-free na rozhraní mezi zámekem a adhezivem, spíše na rozhraní mezi adhezivem a mřížkou spolehlivěji a předvídatelněji. Netkaná mřížka na bázi zámku, která obsahuje adhezivní systém flash-free je novým konceptuálním prvkem aplikačního systému APC Flash-Free Adhesive Coated Appliance System. Ačkoliv, je přesný design mřížky a lomový mechanismus obchodním tajemstvím výrobce, hypoteticky předpokládáme, že lom na rozhraní mezi zámekem a mřížkou je usnadněn díky menší hustotě materiálu dané plochy.

Jak je známo, tak dosud nebyla dokončená žádná studie týkající se adhezivních systémů flash-free; avšak velmi podobné hodnoty indexu ARI byly reportovány u konvenčních adhezivních materiálů v rámci této studie. Nedávno Sharma a spol. (20) prokázal, že u většiny případů bylo sejmutí zámku bondovaného pomocí Transbond XT hodnoceno stupni 2 nebo 3 na škále ARI, což naznačuje, že většina nebo veškeré adhezivum po debondingu na zubu zůstalo. Naše zjištění uvádí, že na povrchu zubu po debondingu zůstává více adheziva, je-li použit adhezivní systém flash-free. Zatímco tento fakt může být pro ortodontické pacienty přínosný,

protože je minimalizováno riziko poškození skloviny (4), tak na povrchu zubu zůstává více materiálu, což vyžaduje odstranění.

Doba potřebná na odstranění zbytkového adheziva

Rozdíl v čase potřebném pro odstranění zbytkového adheziva po debondingu nebyl v porovnání mezi systémem flash-free a konvenčním adhezivním materiálem významný; nicméně u adhezivního systému flash-free převažovala tendence ke kratší době odstraňování. Výše uvedené může znít překvapivě, vzhledem k tomu, že adhezivní systém flash-free po debondingu zámků zanechal na povrchu skloviny větší množství adheziva než konvenční adhezivní materiál. Ve skutečnosti, zatímco větší množství zbývajícího konvenčního adheziva na zubu vyžadovalo delší dobu k jeho odstranění, dle indikací statisticky významné pozitivní korelace mezi ARI a dobou čištění, tomu tak v případě systému flash-free nebylo.

Předpokládáme, že odlišná konzistence adhezivního systému flash-free, přinejmenším částečně, vysvětluje snadnost jeho odstranění. Rozdílná konzistence je s největší pravděpodobností způsobena nižším obsahem plniva v porovnání s konvenčním adhezivním materiálem. Přesto, že zkrácení doby odstraňování zbytkového adheziva se může zdát žádoucí, jak u pacientů, tak lékařů, může následkem nižšího obsahu plniva dojít ke snížení pevnosti vazby, což může vést k vyšší míře klinického selhání (21,22).

V současnosti, nejsou k dispozici studie, zabývající se pevností vazeb adhezivních systémů flash-free, které jsou použity v této studii; nicméně, několik studií srovnalo pevnost vazby konvenčních adheziv, použitých v této studii, s jinými adhezivy, která jsou tekutější a mají nižší obsah plniva. Jedna taková studie shledala, že 3M Transbond XT adhezivum má vyšší ohybový modul a pevnost vazby (Shear bond strength - SBS) a vyvíjí nižší kompresní tlak než tekutější adheziva, se kterými bylo srovnáváno (23). Další studie prokázala, že 3M Transbond XT mělo vyšší hodnoty SBS než kompozita s menším obsahem plniva; překvapivě, v porovnání s Transbond XT adhezivem, zůstalo na povrchu skloviny značně větší množství adhezivních systémů obsahujících méně plniva (24). Tato zjištění odpovídají současným výsledkům a našim předpokladům, že adhezivní systém flash-free má menší obsah plniva než konvenční. Zůstane-li míra pevnosti vazby a klinického selhání akceptovatelná, měla by konzistence flash-free systému usnadnit debonding zámků a odstranění zbytkového adheziva, což oboje přispěje k pozitivnější zkušenosti klinických pracovníků.

Preference klinických pracovníků

Většina ortodontistů, kterým byly produkty zaslepeny, upřednostnila adhezivní systém flash-free oproti konvenčnímu adhezivnímu systému z důvodu snadnosti

a rychlosti při odstraňování, a protože bylo zapotřebí menší síly při debondingu zámků. Překvapivě, čtyři kliničtí pracovníci, kteří upřednostňovali konvenční adhezivní materiál, svoji preferenci odůvodnili skutečností, že na povrchu skloviny po debondingu zůstalo méně adheziva. Tito kliničtí pracovníci zřejmě předpokládali, že dojde ke zkrácení doby odstraňování zbytkového adheziva. Zkrácená doba je dána menším množstvím zbývajících adheziva, což však zvyšuje riziko odtržení skloviny. Obecně tato zjištění tvrdí, že kliničtí pracovníci preferují adhezivní materiál, který umožňuje snadný debonding zámků a který, pokud zůstane, může být odstraněn z povrchu skloviny rychle a snadno. Adhezivum s menším obsahem plniva, jakým je flash-free, tato kritéria splňuje a může usnadnit debonding a zrychlit čištění. Naproti tomu, adhezivum s vyšším obsahem plniva může mít zvýšenou SBS, což může vést k menšímu výskytu selhání vazeb v průběhu léčby.

Ačkoliv přímá extrapolace výsledků této in vitro studie s klinickými podmínkami není možná, zjištění prokazují, že flash-free adhezivní systém je v ohledu pevnosti vazeb, výskytu selhání a odstraňování zbytkového adheziva uspokojivý. Studie zabývající se aplikací systému flash-free v klinických podmínkách by byla dalším logickým postupem v tomto výzkumu. Pokud by taková in vivo studie potvrdila, že je pevnost vazeb a míra selhání akceptovatelná, používání flash-free adhezivního systému by mělo být výhodnější oproti konvenčnímu systému adheziv. Tyto výhody adhezivního systému flash-free zahrnují potenciální šetření času stráveného na křesle, protože je eliminována potřeba odstraňovat adhezivum po bondingu a díky jemnějšímu povrchu adheziva je možné snížit akumulaci plaku a následnou demineralizaci skloviny.

Závěry

Jak flash-free, tak konvenční adhezivní systém prokazují velmi vysokou vazebnou kvalitu s minimálními mikronetěsnostmi na rozhraní mezi sklovinou a zámkem.

Při použití flash-free adhezivního systému dochází k poškození na rozhraní mezi zámkem a adhezivem spolehlivěji a předvídatelněji a po debondingu zámků je množství zbytkového adheziva na povrchu skloviny významně větší.

U adhezivního systému flash-free je znatelná, avšak statisticky nevýznamná, tendence ke kratší době odstraňování zbytkového adheziva, navzdory většímu množství adheziva, které na povrchu zubu po debondingu zámků zůstává.

Většina ortodontistů, kterým byly typy adheziva zaslepeny, preferovala flash-free produkty před konvenčními, z důvodu jejich jednoduššího a rychlejšího odstranění a potřeby menší síly pro debonding zámků a odstranění adheziva.

Sponzorováno

3M Unitek research grant (T.G.)

Literatura

- Eliades, T., Eliades, G. and Brantley, W.A. (1995) Microbial attachment on orthodontic appliances: I. Wettability and early pellicle formation on bracket materials. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 108, 351–360.
- Zachrisson, B.U. (1977) A posttreatment evaluation of direct bonding in orthodontics. *American Journal of Orthodontics*, 71, 173–189.
- James, J.W., Miller, B.H., English, J.D., Tadlock, L.P. and Buschang, P.H. (2003) Effects of high-speed curing devices on shear bond strength and microleakage of orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 123, 555–561.
- Proffit, W.R., Fields, H.W. and Sarver, D.M. (2007) *Contemporary Orthodontics*. Mosby, St. Louis, MO, 4th edn, pp. 415–416.
- Retief, D.H. (1974) A comparative study of three etching solutions. Effects on contact angle, rate of etching and tensile bond strength. *Journal of Oral Rehabilitation*, 1, 381–390.
- Gittner, R., Müller-Hartwich, R. and Jost-Brinkmann, P.-G. (2010) Influence of various storage media on shear bond strength and enamel fracture when debonding ceramic brackets: an in vitro study. *Seminars in Orthodontics*, 16, 49–54.
- Nakamichi, I., Iwaku, M. and Fusayama, T. (1983) Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. *Journal of Dental Research*, 62, 1076–1081.
- Oesterle, L.J., Shellhart, W.C. and Belanger, G.K. (1998) The use of bovine enamel in bonding studies. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 114, 514–519.
- Fox, N.A., McCabe, J.F. and Buckley, J.G. (1994) A critique of bond strength testing in orthodontics. *British Journal of Orthodontics*, 21, 33–43.
- Renders, G.A.P., Mulder, L., van Ruijven, L.J. and van Eijden, T.M.G.J. (2006) Degree and distribution of mineralization in the human mandibular condyle. *Calcified Tissue International*, 79, 190–196.
- Årtun, J. and Bergland, S. (1984) Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *American Journal of Orthodontics*, 85, 333–340.
- David, V.A., Staley, R.N., Bigelow, H.F. and Jakobsen, J.R. (2002) Remnant amount and cleanup for 3 adhesives after debonding. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 121, 291–296.
- Altman, D.G. (1991) Statistics in medical journals: developments in the 1980s. *Statistics in Medicine*, 10, 1897–1913.
- Yavuz, I., Tumen, E.C., Kaya, C.A., Dogan, M.S., Gunay, A., Unal, M., Toptanci, I.R. and Bahsi, E. (2013) The reliability of microleakage studies using dog and bovine primary teeth instead of human primary teeth. *European Journal of Paediatric Dentistry*, 14, 42–46.
- Costa, A.R., Vedovello-Filho, M., Correr, A.B., Vedovello, S.A., Puppini-Rontani, R.M., Ogliaeri, F.A., Moraes, R.R. and Correr-Sobrinho, L. (2014) Bonding orthodontics brackets to enamel using experimental composites with an iodine salt. *European Journal of Orthodontics*, 36, 297–302.
- Krifka, S., Börzsönyi, A., Koch, A., Hiller, K.A., Schmalz, G. and Friedl, K.H. (2008) Bond strength of adhesive systems to dentin and enamel – human vs. bovine primary teeth in vitro. *Dental Materials*, 24, 888–894.
- Gladwin, M.A. and Bagby, M.D. (2004) Clinical aspects of dental materials: Theory, practice, and cases. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, PA, pp. 47–57.
- Uysal, T., Ulker, M., Ramoglu, S. and Ertas, H. (2008) Microleakage under metallic and ceramic brackets bonded with orthodontic self-etching primer systems. *The Angle Orthodontist*, 78, 1089–1094.
- Uysal, T., Baysal, A., Usomez, S. and Ulker, M. (2009) Microleakage between composite–wire and composite–enamel interfaces of flexible spiral wire retainers. Part 1: comparison of three composites. *European Journal of Orthodontics*, 31, 647–651.
- Sharma, S., Tandon, P., Nagar, A., Singh, G., Singh, A. and Chugh, V. (2014) A comparison of shear bond strength of orthodontic brackets bonded with four different orthodontic adhesives. *Journal of Orthodontic Science*, 3, 29–33.
- Moin, K. and Dogon, I.L. (1978) An evaluation of shear strength measurements of unfilled and filled resin combinations. *American Journal of Orthodontics*, 74, 531–536.
- Ryou, D., Park, H., Kim, K. and Kwon, T. (2008) Use of flowable composites for orthodontic bracket bonding. *The Angle Orthodontist*, 78, 1105–1109.
- Gama, A.C.S., Moraes, A.G.V., Yamasaki, L.C., Loguercio, A.D., Carvalho, C.N. and Bauer, J. (2013) Properties of composite material used for bracket bonding. *Brazilian Dental Journal*, 24, 279–283.
- Uysal, T., Sari, Z. and Demir, A. (2004) Are the flowable composites suitable for orthodontic bracket bonding? *The Angle Orthodontist*, 74, 697–702.