proLékaře.cz | 3.8.2025

ČESKÁ
STOMATOLOGIE
roč. 112
2012, č. 4
s. 100–106

Pevnost vazby adhezivních materiálů k lepení ortodontických zámků

(Klinická studie)

Bond Strength of Adhesive Materials for Bonding of Orthodontic Brackets

(Clinical Study)

Bryšová A.[1], Vlach B.[2], Černochová P.[1]

[1]Ortodontické oddělení, Stomatologická klinika LF MU a FN u sv. Anny, Brno
[2]Ústav materiálového inženýrství, FSI VUT, Brno

SOUHRN

Úvod: Úspěšná léčba pomocí fixních ortodontických aparátů závisí také na efektivním a přesném nalepení ortodontických zámků na povrch zubů. Časté uvolňování zámků během terapie je pro ošetřujícího i pro pacienta nevyhovující a může způsobit i kompromisní výsledek léčby.V současnosti jsou jako ortodontická adheziva využívány kompozitní pryskyřice, pryskyřicí modifikované skloionomerní cementy a eventuálně také kompomery.

Cíl: Cílem této studie bylo srovnat pevnost vazeb pěti adhezivních materiálů užívaných k lepení ortodontických zámků na povrch zubu ve zkoušce tahem: kompozitních pryskyřic – Brackfix (VOCO GmbH, Germany), Light bond (Reliance orthodontic Products, USA), No-mix (American Orthodontics, USA) a pryskyřicí modifikovaných GIC – Fuji Ortho LC (GC Corporation, Japan) a Fuji Ortho (GC Corporation, Japan).

Materiál a metodika: Kovové zámky byly uvedenými adhezivy nalepeny na vestibulární plochu extrahovaných 100 premolárů (5 skupin po 20). Pevnost vazby se měřila tahovou zkouškou na testovacím stroji ZWICK Z020 (Germany).

Výsledky: Kompozitní materiály vykázaly statisticky významně vyšší pevnost vazby (Brackfix 16,21 MPa, Light bond 16,76 MPa, No-mix 13,77 MPa) než pryskyřicí modifikované GIC (Fuji Ortho LC 11,32 MPa, Fuji Ortho 10,47 MPa).

Závěr: Pevnost vazby všech testovaných adheziv byla vyšší než 8 MPa, což je síla doporučovaná pro efektivní rutinní použití. Vyšší sílu adheze vykázala kompozitní adheziva. Skloionomerní materiály vykázaly pevnost vazby dostatečnou pro klinické využití. Proto ve volbě vhodného materiálu hrají roli i další faktory – kariostatický účinek, prostředí, ve kterém budeme lepit, délka procedury lepení, cena a další.

Klíčová slova: pevnost vazby – adhezivní materiál – lepení ortodontických zámků

SUMMARY

Introduction: The result of the treatment with fixed orthodontic appliances depends on the effective bonding of orthodontic brackets onto the teeth surface. Loosering of brackets during therapy means discomfort both for the orthodontist and patients and it may negatively influence the result of the whole treatment. Currently there are available for bonding of orthodontic brackets – composite resin, resin-modified glass ionomer cements and compomers.

Objective: Comparison of bond strength between five adhesive materials by means of a tensile test. Composite resins – Brackfix (VOCO GmbH, Germany), Light bond (Reliance orthodontic Products, USA), No-mix (American Orthodontics, USA) and resin modified GIC – Fuji Ortho LC (GC Corporation, Japan) and Fuji Ortho (GC Corporation, Japan).

proLékaře.cz | 3.8.2025

ČESKÁ STOMATOLOGIE
roč. 112
2012, č. 4
s. 100–106

Material and methods: Metal brackets were bonded by means of above mentioned adhesives to buccal surface of 100 extracted premolars (5 groups of 20 each). Bond strength was measured by means of a tensile test on the ZWICK Z020 (Germany) testing machine.

Results: Composites proved a statistically better bond strength (Brackfix 16,21 MPa, Light bond 16,76 MPa, No-mix 13,77 MPa) than resin modified GIC (Fuji Ortho LC 11,32 MPa, Fuji Ortho 10,47 MPa).

Conclusion: Bond strength in all adhesives was over 8 MPa, which is the strength avocated for effective practical use. Composites were demonstrated to have a bigger strength. Glass ionomers were proved to have the bond strength sufficient for clinical practice. Material selection is affected by other factors – cariostatic effect, environment where the adhesion will be formed, length of procedure, costs, etc.

Key words: bond strength – adhesive materiál – bonding of orthodontic brackets

Čes. Stomat., roč. 112, 2012, č. 4, s. 100–106

ÚVOD

Technika přímého lepení ortodontických zámků na sklovinu znamenala pro ortodoncii významný pokrok. Přinesla s sebou řadu výhod v léčbě, estetice, hygieně i komfortu pro pacienta. S tím také přichází požadavek na ideální adhezivní systém, který by vykazoval vysokou pevnost vazby, jak v suchém, tak ve vlhkém prostředí, kariostatický účinek, snadnou a rychlou techniku lepení, biokompatibilitu a také jednoduché odstranění materiálu při snímání ortodontického zámku. Vývoj adhezivních materiálů se stále zdokonaluje a snaží se těmto požadavkům vyhovět. Jednotlivé typy adheziv se však od sebe výrazně liší technikou svého zpracování, postupem lepení, silou adheze ke sklovině a také indikačními omezeními. S pochopením těchto základních rysů, výhod a omezení si lékař může vybrat takový materiál, aby dosáhl optimálního výsledku. V současnosti používáme k lepení ortodontických zámků kompozitní pryskyřice, pryskyřicí modifikované skloionomerní cementy – PM GIC a v malé míře také kompomery.

Kompozitní materiály – jsou nejdéle používaným materiálem v ortodoncii k lepení zámků. Mohou být chemicky nebo světlem polymerující. Jejich **předností** je:

- dosahují nejvyšší pevnosti vazby oproti ostatním adhezivním systémům v ortodoncii, 8–25 MPa [3, 4, 12, 14];
- dobrá mechanická odolnost;
- nedráždivý, biokompatibilní a chemicky stálý materiál (pokud dodržíme přesný postup zpracování);
- celková frekvence selhání lepení u kompozitních materiálů je udávána mezi 4–7 % [1, 16].

Mezi **nevýhody** patří:

- nemají chemickou vazbu ke sklovině; sklovina musí být připravena naleptáním pomocí 32–37% kyseliny ortofosforečné a nanesením sklovinného adheziva – bondu. V současnosti již mohou být oba kroky spojeny použitím samoleptacího adheziva (self etching primer), čímž šetříme čas při lepení. Podle studií Cacciafesta a spol. [4] a Arnolda a spol. [2] může být self etching primer úspěšně užívaný pro lepení s kompozitními i kompomerními adhezivy v suchém i mírně vlhkém prostředí. Pevnost vazby je nižší než u skloviny klasicky naleptané, ovšem pro ortodontické lepení dostačující;
- nemají antikariogenní vlastnosti (některé materiály jsou schopny uvolňovat fluoridové ionty, ale toto uvolňování fluoridových iontů je nízké a krátkodobé);
- jsou citlivé na techniku zpracování;
- neúplná polymerace materiálu má za následek snížení biologické tolerance materiálu a menší mechanickou odolnost materiálu.

Kontraindikací kompozitních materiálů je:

- porucha mineralizace skloviny;

proLékaře.cz | 3.8.2025

ČESKÁ STOMATOLOGIE
roč. 112
2012, č. 4
s. 100–106

- nemožnost zajištění přehledného, čistého pracovního pole.

Příkladem chemicky tuhnoucích kompozit v ortodoncii jsou – No-mix, Brackfix, Concise. Příkladem světlem polymerujících jsou – Light Bond, Transbond XT, Heliosit.

Pryskyřicí modifikované skloionomerní cementy (PM GIC) – mohou být chemicky nebo světlem polymerující. Jejich **výhodami** jsou:

- mají chemickou vazbu ke sklovině (neleptáme sklovinu, pro zvýšení vazby je možno použít kondicionér);
- působí antikariogenně a je prokázáno dlouhodobé uvolňování fluoridových iontů se schopností opětovného nasycení;
- ve srovnání s kompozitními adhezivy je prokázána menší četnost demineralizovaných lézí v okolí zámků lepených PM GIC [9, 19].

Mezi **nevýhody** patří:

- nižší pevnost vazby: 6,5–14,6 MPa [3, 8, 10, 13, 15];
- frekvence selhání lepení 7 % (Hitmi a spol. [6]) až 9 % (Wright a spol.[20]);
- nutné přesné zachování poměru prášek/tekutina při namíchání cementu.

Příkladem PM GIC jsou Fuji Ortho LC a Fuji Ortho.

MATERIÁL A METODIKA

Vzorek tvořilo 100 premolárů extrahovaných z ortodontických důvodů. Zuby byly bez kazů, výplní nebo jinak porušeného povrchu skloviny. Vzorky byly náhodně rozděleny do pěti skupin po dvaceti a byly skladovány v destilované vodě při pokojové teplotě. Kořenová část zubu byla zalita do pryskyřičného bločku a barevně označena. Na vestibulární plochy zubů byly lepeny premolárové ortodontické zámky z nerezavějící oceli Omni arch.018 (GAC International, USA) pomocí jednotlivých adhezivních materiálů podle návodu výrobce. Pro kompozitní materiály byla sklovina leptána 20 sekund 37% kyselinou fosforečnou, pro PM GIC byla sklovina ošetřena 10% kys. polyakrylovou po dobu 10 s.

Označení vzorků (obr. 1):

Skupina A: chemicky polymerující kompozit **Brackfix NT** (VOCO, Germany).

Skupina B: světlem polymerující kompozit **Light bond** (Reliance Orthodontic Product, USA).

Skupina C: chemicky polymerující kompozit **No-mix** (American Orthodontics, USA).

Skupina D: světlem polymerující PM GIC **Fuji Ortho LC** (GC Corporation, Japan).

Skupina E: chemicky polymerující PM GIC **Fuji Ortho** (GC Corporation, Japan).

Zkouška tahem (obr. 2, obr. 3)

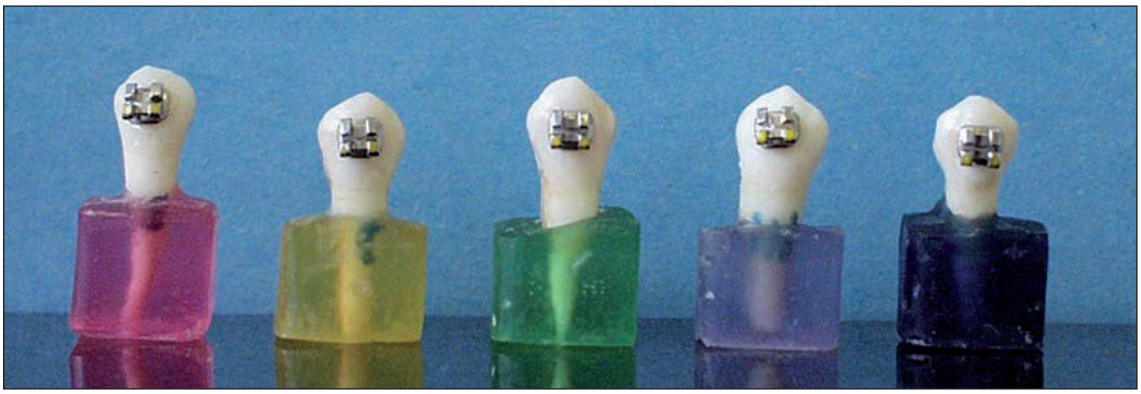
Zkoušku tahem jsme prováděli v Ústavu materiálového inženýrství VUT FSI Brno. Zkušební stroj byl ZWICK Z020 typ OK – 6423 (Germany), řídicí software Test Xpert 4.01. Snímač síly byl nastaven na 2,5 kN, rychlost zkoušky na 2 mm za min. Vzorek se upevnil do samosvorných čelistí testovacího stroje (obr. 3) a byl iniciován tah. Tah byl veden přes ocelový drát uchycený pod gingiválními křídly zámku a vedl rovnoběžně s dlouhou osou korunky zubu. Síla, při které došlo k odtržení zámku, byla zaznamenána v newtonech (N). Poté byly hodnoty přepočítány na megapascaly MPa podle vzorce: 1 MPa = 1 N/mm^2, plocha baze zámku byla: 3 × 4 mm = 12 mm^2.

Statistické zpracování

Pro testování rozdílů síly adheze mezi jednotlivými materiály byla použita analýza rozptylu. Předpoklady jejího použití jsou splněny – testy nezamítly předpoklad normality ani rozdílnost rozptylů měřené síly adheze jednotlivých materiálů; takže byla použita parametrická analýza rozptylu ANOVA (NCSS and PASS, Number Cruncher Statistical Systems, Kaysville, Utah, USA).

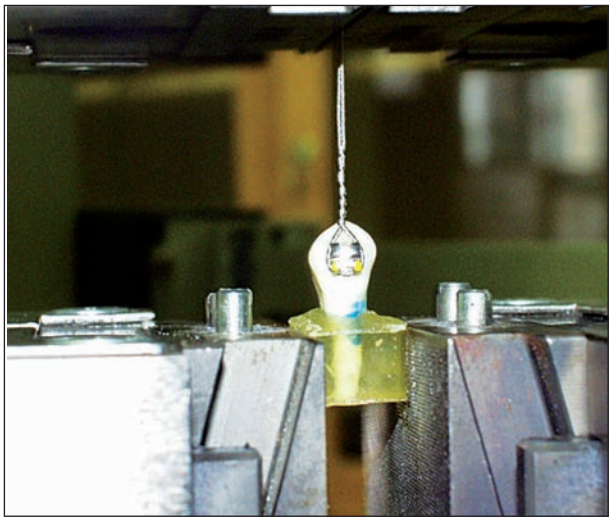
proLékaře.cz | 3.8.2025

ČESKÁ STOMATOLOGIE
roč. 112
2012, č. 4
s. 102–106



Obr. 1 Barevné rozlišení skupin vzorků zalitých v pryskyřičných bločcích

Obr 2 Zkušební stroj ZWICK Z020 typ OK – 6423; snímač síly: 2,5 kN, rychlost tahu: 2 mm/min



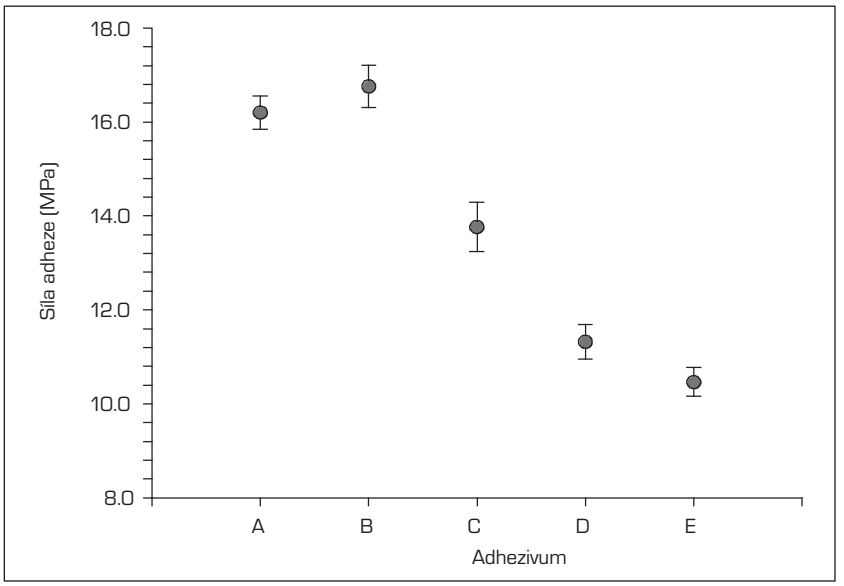
Obr. 3 Upevněný testovaný vzorek ve zkušebním stroji

proLékaře.cz | 3.8.2025

ČESKÁ STOMATOLOGIE
roč. 112
2012, č. 4
s. 100–106

VÝSLEDKY

Pevnost vazby všech testovaných adheziv byla vyšší než 8 MPa, což je síla doporučovaná Reynoldsem [11] pro efektivní rutinní použití. Parametrická analýza rozptylu ANOVA ukázala statisticky významný rozdíl pevnosti vazby mezi kompozitními hmotami a PM GIC na hladině významnosti p<0,0001 (tab. 1, graf 1).



Graf 1 Graf průměrů a směrodatných odchylek pevnosti vazby použitých adheziv

Kompozitní materiály dosáhly následujících výsledků

Nejvyšší průměrnou pevnost vazby dosáhl světlem polymerující kompozitní materiál Light Bond (skupina B) – 16,76 MPa. Tato pevnost vazby se statisticky významně neliší od skupiny A-Brackfix, ale statisticky významně se liší od všech ostatních skupin. Skupina A – chemicky polymerující kompozit Brackfix dosáhl průměrné pevnosti vazby 16,21 MPa a statisticky významně se neliší od skupiny B – Light bond, ale statisticky významně se liší od ostatních skupin. Skupina C – chemicky polymerující kompozit, vykázal nejnižší průměrnou pevnost vazby z kompozitních materiálů – 13,77 MPa a statisticky významně se liší od obou kompozitních skupin, pevnost vazby byla ale zároveň statisticky významně vyšší než u obou skupin PM GIC.

Tab. 1 Statistické výsledky pevnosti vazby adhezivních ortodontických materiálů

Adhezivum	počet	průměr (MPa)	směr odchylka (MPa)	medián (MPa)	minimum (MPa)	maximum (MPa)	rozpětí (MPa)
A Brackfix NT	20	**16,21**	1,59	16,18	12,87	18,71	5,84
B Light Bond	20	**16,76**	2,01	17,02	12,54	19,84	7,3
C No-mix	20	**13,77**	2,33	13,12	10,06	18,26	8,2
D Fuji Ortho LC	20	**11,32**	1,66	11,48	7,11	14,05	6,94
E Fuji Ortho	20	**10,47**	1,38	10,79	7,13	11,92	4,79

proLékaře.cz | 3.8.2025

ČESKÁ STOMATOLOGIE
roč. 112
2012, č. 4
s. 100–106

PM GIC dosáhly následujících výsledků

Skupina D: světlem polymerující Fuji Ortho LC dosáhl průměrné pevnosti vazby 11,32 MPa. Skupina E: chemicky polymerující Fuji Ortho dosáhl průměrné pevnosti vazby 10,47 MPa, která byla nejnižší ze všech testovaných adheziv. Obě skupiny se svou pevností vazby statisticky významně lišily od skupin s kompozitními adhezivy – A, B, C.

DISKUSE

Kompozitní materiály vykázaly statisticky významně vyšší pevnost vazby než pryskyřicí modifikované skloionomerní cementy. Pevnost vazby všech námi testovaných adheziv byla dostatečně vysoká pro uspokojivé klinické použití. Dosažené výsledky našeho pozorování korespondují se závěry současných studií – Rix a spol. [12], Cacciafesta a spol. [3, 4], Rock a spol. [14], Chung a spol. [7], které proběhly za obdobných podmínek. V literatuře se pevnost vazby PM GIC udává mezi 6,5–14,6 MPa [3, 8, 10, 13, 15] a pro kompozitní adhezivní materiály 8–25 MPa [3, 4, 12, 14]. Vliv na rozdílnou pevnost vazby daných adheziv mezi jednotlivými studiemi má jednak vlastní technika odtržení ortodontického zámku, typ zámku, jednak příprava a skladování extrahovaných zubů s nalepenými zámky. Pro světlem polymerující PM GIC Fuji Ortho LC nejvyšší hodnoty pevnosti vazby publikovali Lippitz a spol. [8] 18,9 MPa a Rix a spol. [12] 13,57 MPa. V obou studiích byl při lepení použit Ortho Conditioner GC 10% kyselinou polyakrylovou. Ostatní autoři [7, 10] uvádějí dosaženou pevnost vazby tohoto materiálu nižší. Z kompozitních materiálů jsou publikovány nejvyšší pevnosti vazeb u světlem polymerujícího kompozitu Transbond XT (3M) až 20 MPa [2, 3, 13].

Celková frekvence selhání lepení se udává u kompozitních adheziv mezi 4–7 % [1, 16] a pro PM GIC 7–9 % [6, 20].

ZÁVĚR

V této studii jsme srovnávali pevnost vazeb dvou typů adhezivních materiálů k lepení ortodontických zámků – kompozitních pryskyřic a pryskyřicí modifikovaných skloionomerních cementů. Vyšší sílu adheze vykázala kompozitní adheziva. Ovšem oba typy materiálů, jak kompozitní, tak skloionomerní, prokázaly dostatečně vysokou pevnost vazby vhodnou pro klinické využití. Proto o jejich použití rozhodnou i další faktory, jakými jsou kariostatický účinek, prostředí, ve kterém budeme lepit, délka procedury lepení, cena a další.

LITERATURA

1. **Adolfson, U., Larson, E., Ogaard, B.:** Bond failure of no-mix adhesive during orthodontic treatment. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop., roč. 122, 2002, č. 3, s. 277–281.
2. **Arnold, W. R., Combe, C. E., Warford, J. H.:** Bonding of stainless steel brackets to enamel with a new self-etching primer. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop., roč. 122, 2002, č. 3, s .274–276.
3. **Cacciafesta, V., Jost-Brinkmann, P., Sussenberger, U., Miethke, R.:** Effect of saliva and water contamination on the enamel shear bond strenght of a light cured glass ionomer cement. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop., roč. 113, 1998, č. 4, s. 402–407.
4. **Cacciafesta, V., Sfondrini, M. F., De Angelis, M., Scribante, A., Klersy, C.:** Effect of saliva and water contamination on the enamel shear bond strenght of brackets bonded with conventional, hydrophilic, and self-etching primers. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop., roč. 123, 2003, č. 6, s. 633–640.
5. **Fajen, V. B., Duncan, M. G., Nanda, R. S., Currier, G. F.:** An in vitro evaluation of bond strength of three glass ionomer cements. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop., roč. 97, 1990, č. 4, s. 316–322.
6. **Hitmi, L., Muller, C., Mujajic, M., Attal, J. P.:** An 18 – month clinical study of bond failures with resin-modified glass ionomer cement in orthodontic practice. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop., roč. 120, 2001, č. 4, s. 406–415.
7. **Chung, C. H., Cuozzo, P. T., Mante, F. K.:** Shear bond strength of a resin-reinforced glass ionomer cement: an in vitro comparative study. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop., roč. 115, 1999, č. 1, s. 52–54.
8. **Lippitz, S. J., Stanley, R. N., Jakobsen, J. R.:**

proLékaře.cz | 3.8.2025

ČESKÁ STOMATOLOGIE
roč. 112
2012, č. 4
s. 100–106

In vitro study of 24-hour and 30-day shear bond strengths of three resin-glass ionomer cements used to bond orthodontic brackets. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop., roč. 113, 1998, č. 6, s. 620–624.

9. **Marcusson, A., Norevall, L. I., Persson, M.:** White spot reduction when using glass ionomer cement for bonding in orthodontics:a longitudinal and comparative study. Eur. J. Orthodont., roč. 19, 1997, č. 3, s. 133–242.
10. **Meehan, P. M., Foley, T. F., Mamandras, A. H.:** A comparison of the shear bond strengths of two glass ionomer cements. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop., roč. 115, 1999, č. 2, s. 125–132.
11. **Reynolds, I. R.:** A review of direct orthodontic bonding. Brit. J. Orthodont., roč. 2, 1975, č. 3, s. 171–178.
12. **Rix, D., Foley, F. T., Mamandras, A.:** Comparison of bond strength of three adhesives: Composite resin, hybrid GIC, and glass-filled GIC. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop., roč. 119, 2001, č. 1, s. 36–42.
13. **Rix, D., Foley, F. T., Banting, D., Mamandras, A.:** A comparison of fluoride release by resin-modified GIC and polyacid-modified composite resin. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop., roč. 120, 2001, č. 4, s. 398–405.
14. **Rock, W. P., Abdullah, M. S. B.:** Shear bond strengths produced by composite and compomer light cured orthodontic adhesives. J. Dent., roč. 25, 1997, č. 3, s. 243–249.
15. **Schaneveldt, S., Foley, F. T.:** Bond strength comparison of moisture-insensitive primers. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop., roč. 122, 2002, č. 3, s. 267–273.
16. **Sunna, S., Rock, W. P.:** Clinical performance of orthodontic brackets and adhesive systems: a randomized clinical trial. Brit. J. Orthodont., roč. 25, 1998, č. 4, s. 283–287.
17. **Wiltshire, W. A.:** Shear bond strengths of a glass ionomer for direct bonding in orthodontics. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop., roč. 106, 1994, č. 2, s. 127–130.
18. **Wilson, A. D., Kent, B. E.:** A new translucent cement for dentistry. Br. Dent. J., roč. 132, 1972, č. 4, s. 133–135.
19. **Wilson, R. M., Donly, K. J.:** Demineralization around orthodontic brackets bonded with resin-modified glass ionomer cement and fluoride-releasing resin composite. Pediatr. Dent., roč. 23, 2001, č. 3, s. 255–259.
20. **Wright, A. B., Lee, R. T., Lynch, E., Young, K. A.:** Clinical and microbiologic evaluation of a resin modified glass ionomer cement for orthodontic bonding. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop., roč. 110, 1996, č. 5, s. 469–475.

Práce vychází z projektu SVC č. 1M0528.

MUDr. Alena Bryšová
Stomatologická klinika
LF MU a FN u sv. Anny
Pekařská 53
656 00 Brno
e-mail: alena.brysova@atlas.cz