

Утицај величине и структуре базе металних ортодонтских бравица на јачину везе са глеђи зуба

Владимир Митић¹, Мирјана Јаношевић², Татјана Танић², Мирјана Шашић³

¹Одељење за ортопедију вилица, Клиника за стоматологију, Ниш, Србија;

²Одељење за ортопедију вилица, Клиника за стоматологију, Медицински факултет, Универзитет у Нишу, Ниш, Србија;

³Клиника за ортопедију вилица, Стоматолошки факултет, Универзитет у Београду, Београд, Србија

КРАТАК САДРЖАЈ

Увод Фактори који могу утицати на јачину везе постављених ортодонтских бравица и површине зуба су величина и облик базе бравица.

Циљ рада Циљ истраживања је био да се испита утицај величине и облика различитих типова бравица на јачину везе са глеђи зуба и анализира преостала количина адхезивног материјала на површини глеђи након уклањања ортодонтских бравица помоћу индекса за преостали адхезив (енгл. *adhesive remnant index* – *ARI*).

Методе рада Коришћена су три типа металних бравица различитих величина и облика (*Ultratrimm*, *Equilibrium 2*, *Discovery*; *Dentaurum*, *Ispringen*, *Germany*). Бравице су постављане на средину анатомских круница букалних површина 30 премолара екстрахованих из ортодонтских разлога. Коришћени су предтретман зуба 37-постотном ортофосфорном киселином и адхезивни материјал *System1+* (*Dentaurum*, *Germany*).

Резултати Просечна вредност јачине везе бравица типа *Discovery* након уклањања била је $8,67 \pm 0,32$ МПа, типа *Equilibrium 2* била је $8,62 \pm 0,22$ МПа, а типа *Ultratrimm* $8,22 \pm 0,49$ МПа. Статистички значајне разлике у вредности јачине везе у три групе испитиваних ортодонтских бравица није било ($F=4,56$; $p<0,05$).

Закључак Величина базе и структура металних ортодонтских бравица не игра значајну улогу у јачини везе, док су вредности *ARI* биле исте у све три испитиване групе.

Кључне речи: металне ортодонтске бравице; јачина везе; глеђ

УВОД

Једно од важнијих достигнућа у ортодонцији у последњих четрдесет година је техника фиксирања металних ортодонтских бравица за глеђ претходним нагризањем ортофосфорном киселином, коју је у стоматологију увео Буонокор (*Буонокор*) [1] 1955. године. Нагризањем глеђи фосфорном киселином добија се микропорозна површина зуба, чиме се омогућава продирање адхезивног материјала, а као резултат свега добија се адекватна јачина везе између два адхерента.

Адхезија у ортодонцији, односно њена примена у лечењу фиксним ортодонтским апаратима, зависи од адекватне везе три елемента: базе ортодонтске бравице, адхезивног система и глеђи зуба [1]. Мичел (*Mitchell*) [2] је био први који је још 1967. године писао о употреби металних бравица с ретенционом базом.

На тржишту постоји велики број различитих типова бравица, али се све ортодонтске бравице деле на два основна типа: бравице са залотованим базама и бравице произведене у једном комаду. Када је реч о ретенционим базама ортодонтских бравица, оне могу бити перфориране, мрежасте, оптичке, браздасте, криласте и са ласерском структуром [3].

Ретенциона база ортодонтских бравица је само један од фактора који може имати утицаја на јачину везе бравице и зуба. Остали фактори, као што су чишћење и кондиционирање зуба, врста киселине и време нагризања, адхезивни материјали, тип и време полимеризације, време, влажна

средина и контаминација ткивним течностима, могу изменити ретенцију металних ортодонтских бравица [4, 5].

Велики број студија бавио се испитивањем врсте базе бравица и њеног утицаја на јачину везе уграђених ортодонтских бравица [4, 6-10].

ЦИЉ РАДА

Циљ рада је био да се у условима *in vitro* утврди утицај величине и структуре база различитих типова бравица на јачину везе са глеђи зуба и анализира преостала количина адхезивног материјала на површини глеђи након уклањања ортодонтских бравица помоћу индекса за преостали адхезив (енгл. *adhesive remnant index* – *ARI*).

МЕТОДЕ РАДА

Истраживањем је обухваћено 30 премолара дечака и девојчица узраста 10-16 година екстрахованих из ортодонтских разлога. Критеријуми за избор зуба били су: интактна површина глеђи, глеђ која претходно није излагана хемијским агенсима, без пукотина услед притиска клешта приликом екстракције и без каријеса. Биоматеријал је пре испитивања кратко држан у четворопроцентном раствору формалина, а затим испран стерилним физиолошким раствором. Зуби су очишћени и исполирани гумицама у трајању од десет секунди. Скенинг електронском микроскопијом (СЕМ)

је при различитим увећањима обављена анализа база ортодонтских бравица пре везивања (Слике 1, 2 и 3).

Коришћена су три типа ортодонтских интегралних бравица (бравице из једног дела) различите величине и структуре базе, од истог произвођача (*Dentaurum, Inspringen, Germany*). Зуби су распоређени у три групе од по десет узорака. Групу 1 чиниле су ортодонтске бравице типа *Discovery* с ласерском структуром базе просечне површине од $14,7 \text{ mm}^2$. Групу 2 су чиниле ортодонтске бравице типа *Equilibrium 2* с перфорираном базом просечне површине од $12,6 \text{ mm}^2$. Група 3 је обухватила ортодонтске бравице типа *Ultratrimm* с једномрежастом структуром базе просечне површине од $10,4 \text{ mm}^2$.

Процес везивања бравица обухватио је кондиционирање одговарајуће области букалне површине зуба, испирање, сушење и наношење везивног средства. Приликом кондиционирања глеђи примењена је 37-процентна ортофосфорна киселина (*Orthodontic Bonding System, Acid Etch, Dentaurum, Germany*) током 30 секунди. Као адхезивни материјал коришћен је аутополимеризујући *System 1+ (Dentaurum, Inspringen, Germany)*. Узорци су петнаест дана чувани у воденом купатилу на 37°C . Складиштење зубног материјала обављено је у стандардизованом времену у херметичкој комори и влажној средини, како би се спречила дехидратација (100% влажности на 37°C).

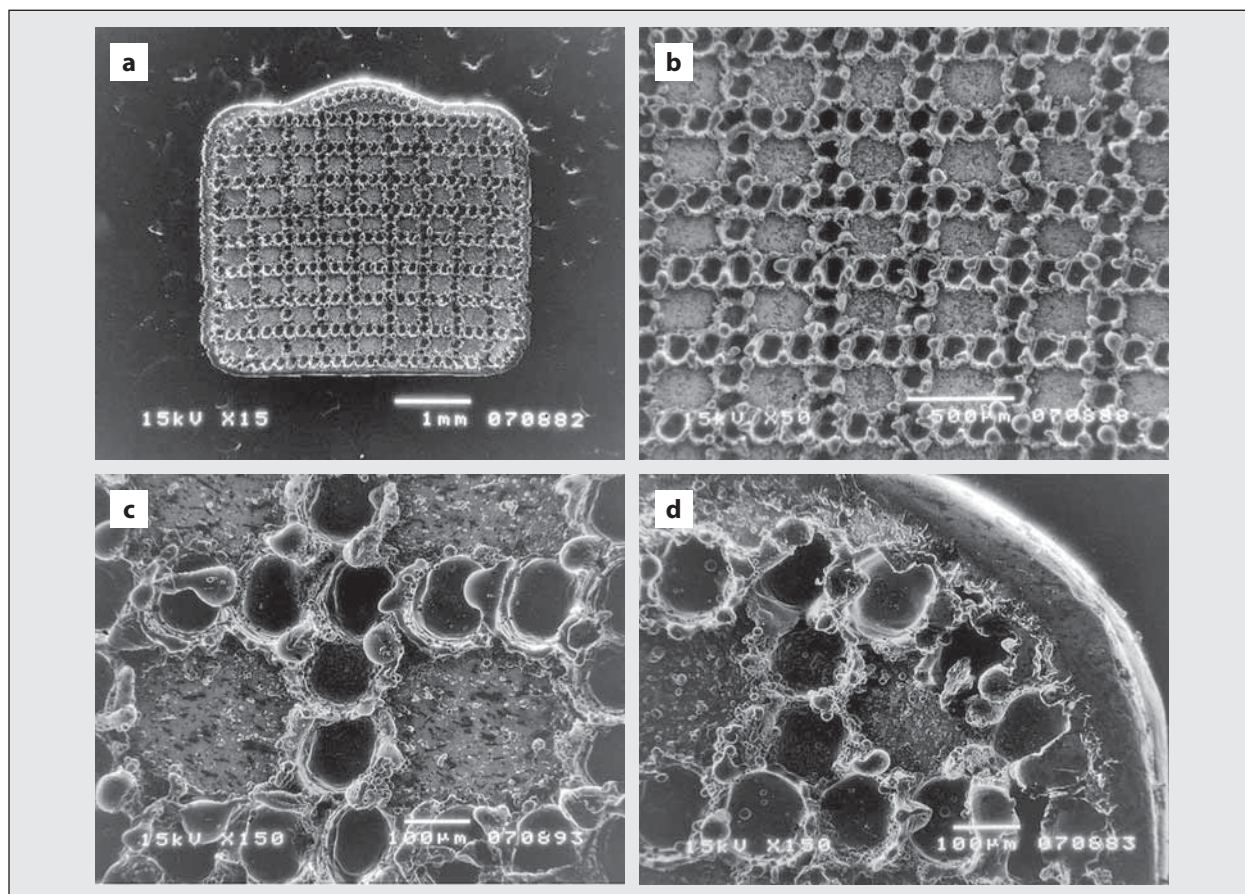
Процес уклањања ортодонтских бравица обухватио је претходну адекватну припрему зуба. Јачина си-

ле која је потребна за одвајање бравица од површина зуба мерена је фиксирањем узорака помоћу горњег и доњег пара клема у електронском динамометру (*Zwick 1445*, Контролна лабораторија А.Д.О. „Тигар”, Пирот), док је вучно оптерећење остварено при константној брзини од 1 mm у минути. Смер силе био је гингиво-оклузиван. Апарат је аутоматски бележио силу с тачношћу од $0,1 \text{ N}$. Појединачна вредност добијене силе делила се с укупном површином базе бравица (изражена у mm^2), што представља величину контактних површина. На тај начин су све вредности изражене у N/mm^2 , тј. у мегапаскалима (MPa).

У строго стандардизованим експерименталним условима је после уклањања бравица обављено индексирање површина глеђи зуба бројевима од 0 до 3, према *ARI* по Артуну (*Artun*) и Бергланду (*Bergland*). *ARI*=0 је значило да нема преосталог адхезива на површини зуба након уклањања бравица, *ARI*=1 да је мање од 50% адхезива преостало на површини зуба, *ARI*=2 да има више од 50% адхезива на површини зуба, а *ARI*=3 да је сав адхезив остао на површини зуба након уклањања бравица. Одређивање *ARI* обављао је један оператор.

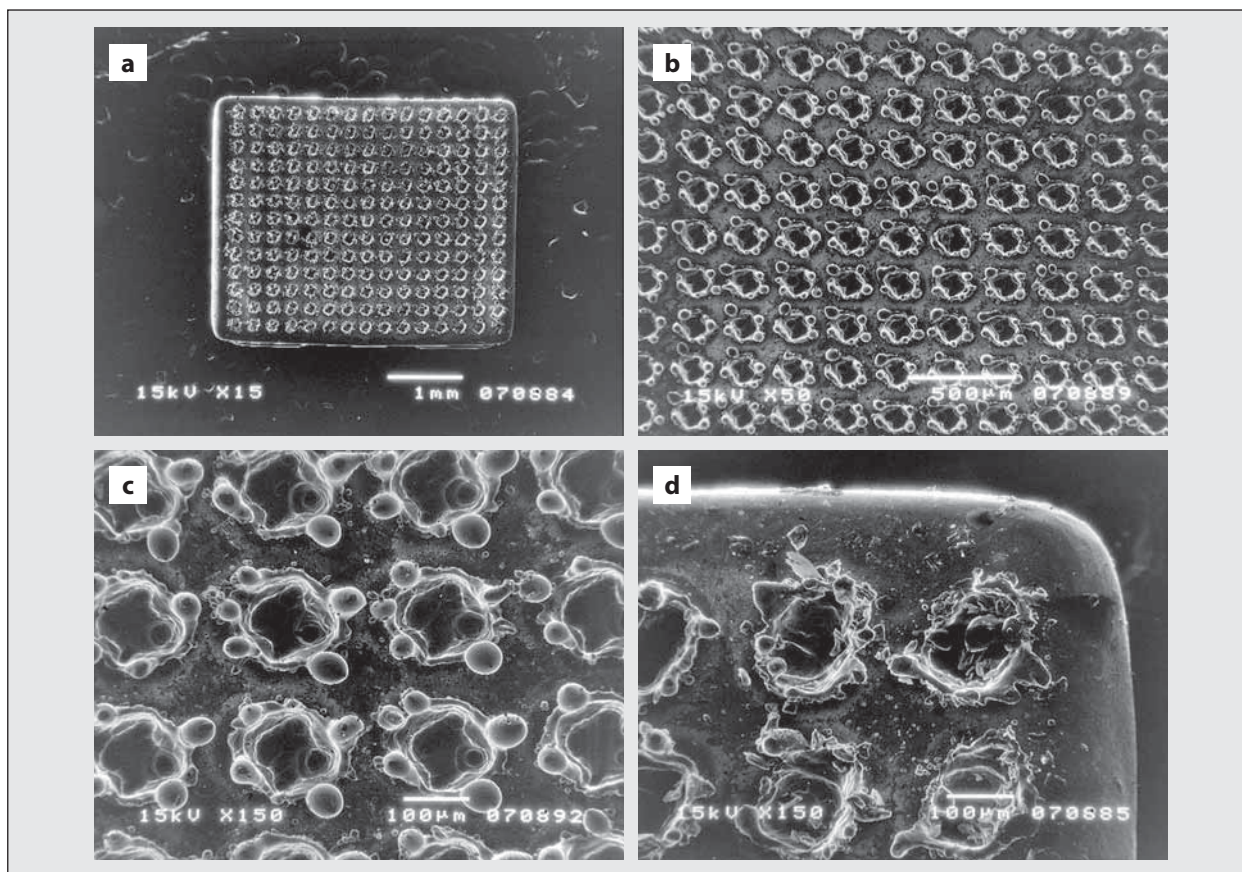
Статистичка анализа

Статистичка анализа је урађена у програму за обраду података *MS Excel* и програмском пакету *SPSS* верзија 10.0. Приказани су следећи статистички параме-

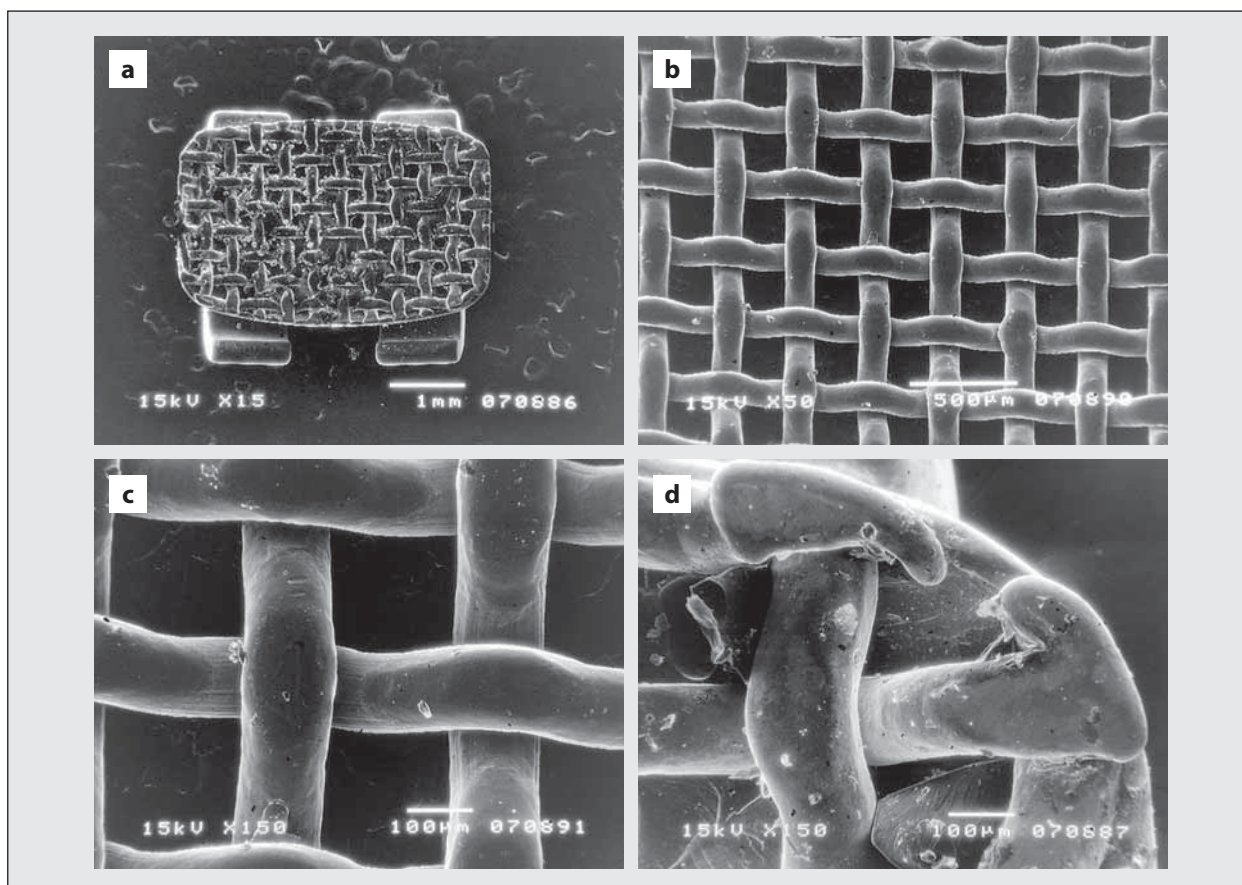


Слика 1. SEM изглед базе бравице типа *Discovery* (увеличање $\times 15$, $\times 50$ и $\times 150$)

Figure 1. SEM presentation of *Discovery* type bracket base (magnification $\times 15$, $\times 50$ and $\times 150$)



Слика 2. SEM изглед базе бравице типа *Equilibrium 2* (увеличање $\times 15$, $\times 50$ и $\times 150$)
 Figure 2. SEM presentation of *Equilibrium* type bracket base (magnification $\times 15$, $\times 50$ and $\times 150$)



Слика 3. SEM изглед базе бравице типа *Ultratrim* (увеличање $\times 15$, $\times 50$ и $\times 150$)
 Figure 3. SEM presentation of *Ultratrim* type bracket base (magnification $\times 15$, $\times 50$ and $\times 150$)

три: аритметичка средина (\bar{X}), стандардна девијација (SD), коефицијент варијације (CV), медијана (Med) и интервал варијације ($Min-max$). Поређење средњих вредности обележја између група вршено је анализом варијансе ($ANOVA$) и *post hoc* Данетовим (*Dunnett*) тестом за једнаке и неједнаке узорке. Анализом варијансе утврђене су средње вредности јачине везе бравица три групе мерених у MPa . Резултати статистичке анализе су приказани табеларно.

РЕЗУЛТАТИ

Просечна вредност јачине везе постављених бравица типа *Discovery* након уклањања била је $8,67 \pm 0,32 MPa$, типа *Equilibrium 2* била је $8,62 \pm 0,22 MPa$, а типа *Ultrimm* $8,22 \pm 0,49 MPa$ (Табела 1). Анализом варијансе установљено је да не постоји статистички значајна разлика између просечних вредности јачина веза након уклањања бравица ($F=4,56$; $p<0,05$). *Post hoc* тестом установљено је да се просечне јачине везе код бравица типа *Ultrimm* статистички значајно разликују од претходне две, које се међусобно статистички не разликују значајно.

Табела 1. Просечне вредности јачине веза постављених ортодонских бравица након уклањања (MPa)

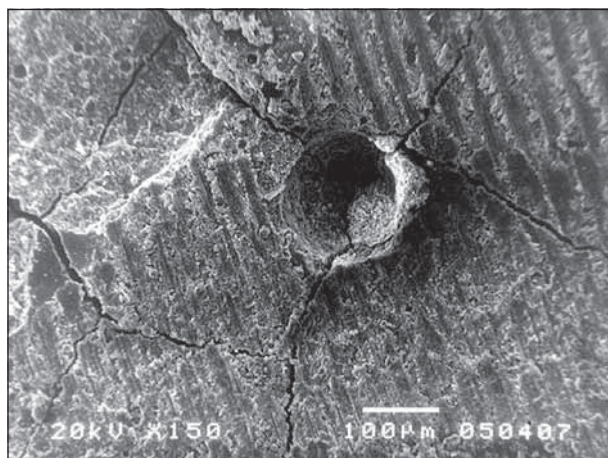
Table 1. Mean values of bond strength of the applied orthodontic brackets after debonding (MPa)

Врста бравица Bracket type	$\bar{X} \pm SD$	Min-Max	Med.
<i>Discovery</i>	8.67 ± 0.32	8.16-9.25	8.64
<i>Equilibrium 2</i>	8.62 ± 0.22	8.25-8.89	8.53
<i>Ultrimm</i>	8.22 ± 0.49	7.60-8.85	8.08

Табела 2. Вредности ARI у три испитиване групе

Table 2. Values of ARI in all three examined groups

Врста бравица Bracket type	ARI			
	0	1	2	3
<i>Discovery</i>	0	1	3	6
<i>Equilibrium 2</i>	0	2	3	5
<i>Ultrimm</i>	0	1	4	5



Слика 4. Ваздушни мехур на адхезиву након уклањања бравице (увеличање $\times 150$)

Figure 4. Air bubble seen on adhesive after bracket debonding (magnification $\times 150$)

Вредности ARI указују на добру везу између адхезивне (у нашем случају глеђи) и адхезивних материјала након уклањања бравица (Табела 2), а на највећем броју узорака зуба заостала количина адхезива показивала је већи проценат.

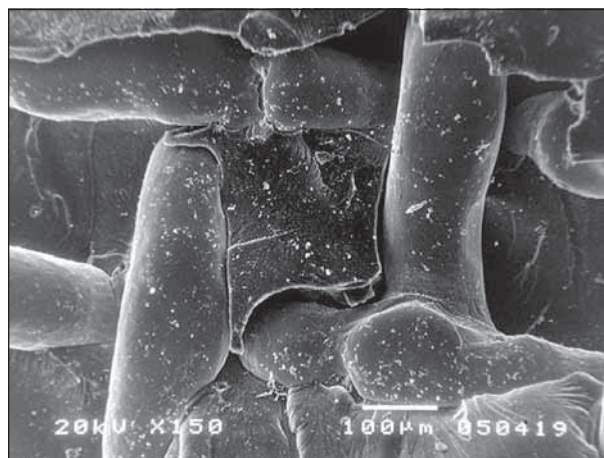
Битан фактор приликом постављања бравица је и адекватан притисак бравице на површину зуба. Уколико се не притисне довољно, адхезив неће проћи ни кроз један мрежни омотач и оставиће за собом празан простор у виду тзв. ваздушних мехурова (Слика 4), што су показала и наша истраживања. Нажалост, у неким клиничким препорукама користе се речи као што су „постављање”, „смештање” и „позиционирање” бравица, уместо да се нагласи да се бравица мора „притиснути” на зуб довољно јако, како би уљани адхезив продро дубоко у оба супстрата (Слика 5).

ДИСКУСИЈА

Испитивање јачине везе адхезивних материјала и површине глеђи зуба је веома значајно у ортодонцији. Најбољи начин за утврђивање реалне и потпуне слике о јачини ове везе је одређивање снаге везивања. Ова врста тестова се изводи у условима *in vitro* и сматра се поузданом за процену адхезивне везе између зуба и материјала, али захтева добро познавање материјала који се користе у ортодонцији и хистоморфолошких особина глеђног ткива. Познавајући ове параметре умногоме се може олакшати рад терапеута, а време пацијента проведено у ординацији скратити [11].

Резултати испитивања јачине везе између наведено два супстрата у ортодонцији предлажу клинички прихватљиву јачину везе, која је у опсегу од 6 до 8 MPa [12]. Међутим, не само да површина зуба треба да буде таква да омогући микромеханичко везивање, већ су у испитивању јачине везе постављених бравица на површини глеђи зуба важни и величина базе бравица и њихов облик у односу на контуру зуба (Слика 6).

Напори да се побољша снага везивања усмерена је пре на израду базе бравице него на сам поступак поста-



Слика 5. Остаци лепка између мрежних жица на бази бравица након уклањања (увеличање $\times 150$)

Figure 5. Remnants of adhesive between mesh wires on the bracket base after debonding (magnification $\times 150$)

вљања бравице или адхезив. Последњих година величина базе бравице је смањена за чак 75% и још се смањује [13]. База бравице се развијала од перфорираног до мрежног изгледа, жлебова, удубљења или кочића. Испитивања су показала да је најважнији „број мреже”, тј. број отвора по линијском или линеарном инчу мереном од центра жице до центра жице. Важан је и пречник жице: ако је жица исувише танка, могла би да се прекине, а ако је дебља него што треба, онда ограничава продирање адхезива. Боље продирање материјала за везивање се постиже високим степеном тзв. отворене области. Отвори између жица на бази бравице код појединих примерака постоје како би повећали ретенцију, а тиме и јачину везе бравице и глеђи зуба. Величина тих отвора такође игра важну улогу, будући да може онемогућити пролаз грубих делића. Оно што свакако радује јесте да постоје могућности за побољшање ретенције базе бравица [13, 14].

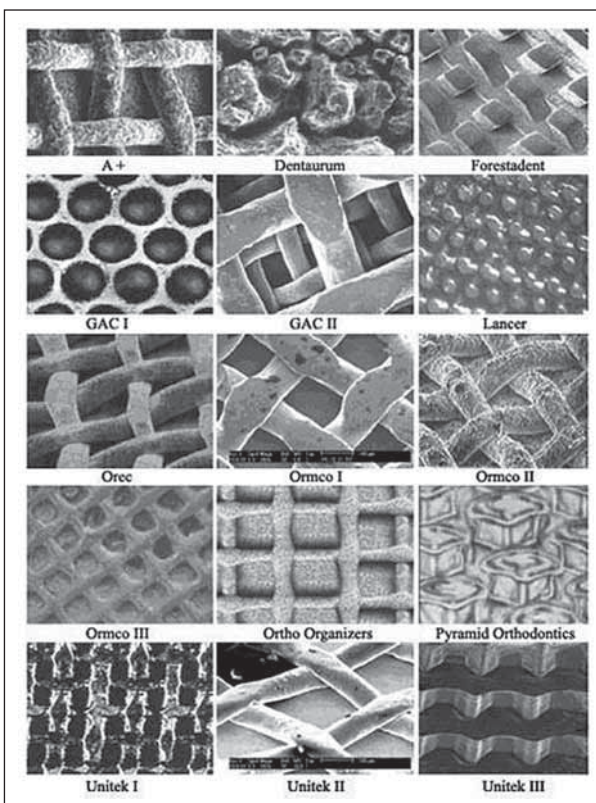
Последњих година произвођачи се труде да сачине одговарајућу ортодонтску бравицу чија ће база бити идеално припојена уз контуру зуба. Велики број истраживања на овом пољу је показао да најбоље резултате по питању јачине везе дају бравице са мрежном подлогом које имају 100 отвора по инчу и које постају стандард. Такође, производња специфичних бравица разумне цене које имају прихватљиву снагу везивања доводи до уштеде скоро половине износа који се потроши на материјал за причвршћивање. Међутим, мало је вероватно да ће било која бравица, тачније њена база, икада одговарати профили зуба на који би требало да се постави [13].

Коца (*Cozza*) са сарадницима [3] је испитивала јачину везе пет различитих врста ортодонтских бравица постављених на лабијалним површинама централних секутића. Закључила је да је јачина везе бравица са већом ретенционом базом нешто већа када се вредности приказују у њутнима, али да нема значајне разлике у јачини везе када се вредности преведу у мегапаскале. Резултати наше студије су у сагласности с овим налазима.

Макол (*MacColl*) и сарадници [10] су у свом истраживању утврдили да величина базе ортодонтске бравице не би требало да буде мања од 7 mm^2 да би јачина везе била одговарајућа. Резултати ове студије су показали да није било значајних разлика у добијеним вредностима. Ови налази нису у сагласности с резултатима које су објавили Сорел (*Sorel*) и сарадници [16].

ARI, индекс који су предложили Артун и Бергланд [17], обезбеђује laku процену адхезивних остатака након уклањања бравица. Велики је број фактора који могу утицати на вредност *ARI*, међу којима су и техника везивања и уклањања бравица [15, 18, 19, 20], изглед базе бравице, тип адхезивног материјала и позиција зуба и његов положај у зубном низу приликом постављања ортодонтског фиксног апарата [21].

Вредности *ARI* добијене у овом раду показале су да је јачина везе код сва три типа бравица задовољавајућа без обзира на величину и структуру база бравица, а да је најслабија тачка контакта на релацији адхезив-бравица, што је од интереса за клиничаре. Овај индекс



Слика 6. Изглед база бравица различитих произвођача
Figure 6. Presentation of bracket bases of various manufacturers

указује на врсту грешке код нежељеног уклањања бравица, те се на тај начин може разликовати адхезивна грешка од кохезивне и утврдити у којој фази фиксирања бравица је дошло до грешке [17]. Вредности *ARI*, међутим, треба узети с резервом, јер су оне субјективне природе [18, 22-25].

Лечење фиксним ортодонтским апаратима, с једне стране, даје добре резултате, док је, са друге, време пацијента проведено у стоматолошкој столици на редовним контролама дуго ако се узму у обзир све контроле током лечења овим апаратом. Детаљно сагледавање свих фактора који могу утицати на јачину везе постављених ортодонтских бравица на површину зуба може усмерити терапеута у одговарајућем правцу, чиме бисмо уштедели време и новац пацијента, али и рационално користили своје време.

ЗАКЉУЧАК

На основу резултата овог истраживања може се закључити да су све испитане бравице показале задовољавајућу јачину везе са глеђи зуба. Значајне разлике у јачини везе сва три типа испитиваних бравица није било, а вредности *ARI* биле су исте у све три групе.

ЗАХВАЛНИЦА

Аутори захваљују фирми *Dentaureum* на уступљеном материјалу за израду овога рада.

ЛИТЕРАТУРА

- Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surface. *J Dent Res.* 1955; 34:849-53.
- Mitchell DL. Bandless orthodontic bracket. *J Am Dent Assoc.* 1967; 74:103-10.
- Cozza P, Martucci L, De Toffol L, Penco IS. Shear bond strength of metal brackets on enamel. *Angle Orthod.* 2005; 76:851-6.
- Wang WN, Li CH, Chou TH, Wang DDH, Lin LH, Lin CT. Bond strength of various bracket base designs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004; 125:65-70.
- Bishara SE, Oonsombat C, Ajlouni R, Denehy G. The effect of saliva contamination on shear bond strength of orthodontic brackets when using a self-etch primer. *Angle Orthod.* 2002; 72:554-7.
- Lopez JI. Retentive shear strengths of various bonding attachment bases. *Am J Orthod.* 1980; 77:669-78.
- Fernandez L, Canut JA. In vitro comparison of the retention capacity of new aesthetic brackets. *Eur J Orthod.* 1999; 21:71-7.
- Majjer R, Smith DC. Variables influencing the bond strength of metal orthodontic bracket bases. *Am J Orthodontics.* 1981; 79:20-34.
- Willems G, Carels CEL, Verbeke G. In vitro peel/shear bond strength evaluation of orthodontic bracket base design. *J Dent.* 1997; 25:271-8.
- MacColl GA, Rossouw PE, Titley KC, Yamin C. The relationship between bond strength and orthodontic bracket base surface area with conventional and microetched foil-mesh bases. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 113:276-81.
- Mitić V, Mitić A, Čemerikić Lj, Nišić Lj. SEM izgled nagriženih bukalnih površina gleđi zuba ortofosforom kiselinom u različitim vremenskom trajanju. *Acta Stomatologica Naissi.* 2005; 51:507-15.
- Reynolds IR, von Fraunhofer JA. Direct bonding of orthodontic attachments to teeth: the relation of adhesive bond strength to gauge mesh size. *Br J Orthod.* 1976; 3:91-5.
- Matasa CG. Adhesion and its ten commandments. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1989; 95:355-6.
- Kusy RP. Commentary on Dr. Wiltshire's article: When is stronger better? Letter to the editor. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1994; 106:17A.
- Swartz ML. Orthodontic bonding. *Orthod Select.* 2004; 16:1-4.
- Sorel O, El Alam R, Chagneau F, Chatelineau G. Comparison of bond strength between simple foil and laser-structured base retention brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002; 122:260-6.
- Artun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid etch enamel pretreatment. *Am J Orthod.* 1984; 85:333-40.
- Oliver RG. The effect of different methods of bracket removal on the amount of residual adhesive. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988; 93:196-200.
- Howell S, Weekes WT. An electron microscopic evaluation of the enamel surface subsequent to various debonding procedures. *Aust Dent J.* 1990; 35:245-52.
- Charles C. Bonding orthodontic brackets with glass-ionomer cement. *Biomaterials.* 1998; 19:589-91.
- Hobson RS, McCabe JF, Hogg SD. Bond strength to surface enamel for different tooth types. *Dent Mater.* 2001; 17:184-9.
- Sinha PK, Nanda RS, Duncanson MG, Hosier MJ. Bond strengths and remnant adhesive resin on debonding for orthodontic bonding techniques. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995; 108:302-7.
- Mitić V. Ispitivanje jačine veza između površine zubne gleđi i ortodontskih bravica fiksiranih različitim adhezivnim sredstvima [magistarska teza]. Niš: Univerzitet u Nišu; 2007.
- Mitić V, Janošević M. Uticaj vremena aplikacije ortofosforne kiseline na jačinu veze ortodontskih bravica za zub. *Stomatološki glasnik Srbije.* 2008; 55:23-33.
- Mitić V. Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets Bonded with Glass Ionomer Cement. *Stomatološki glasnik Srbije.* 2009; 56(3):117-22.

The Influence of Size and Structure of Metal Orthodontic Bracket Base on Bond Strength on Tooth Enamel

Vladimir Mitić¹, Mirjana Janošević², Tatjana Tanić², Mirjana Šašić³

¹Department of Jaw Orthopedics, Clinic of Dentistry, Niš, Serbia;

²Department of Jaw Orthopedics, Clinic of Dentistry, Faculty of Medicine, University of Niš, Niš, Serbia;

³Clinic of Jaw Orthopedics, Faculty of Dentistry, University of Belgrade, Belgrade, Serbia

SUMMARY

Introduction The factors which may influence the bond strength of the applied orthodontic brackets on the tooth surface are the size and structure of the bracket base.

Objective The aim of the paper was to investigate the influence of size and shape of different types of brackets on bond strength on the enamel and analyze the remaining quality of adhesive material on the tooth surface after debonding of orthodontic brackets (adhesive remnant index – ARI).

Methods In this study, three types of metal brackets of different sizes and shapes of Dentaaurum manufacturer were used (Ultratrim, Equilibrium 2, Discovery, Dentaaurum, Inspringen, Germany). The brackets were applied onto the middle part of the anatomic crowns of buccal surfaces of 30 premolars extracted for orthodontic reasons. In addition, the pre-treatment of teeth

by 37% orthophosphoric acid and adhesive material System1+ (Dentaaurum, Germany) were used.

Results The mean value of the bonded brackets bond strength of Discovery type after debonding was 8.67 ± 0.32 MPa, while the value of the bonded brackets bond strength of Equilibrium 2 type amounted to 8.62 ± 0.22 MPa. The value of the bonded brackets bond strength of Ultratrim type after debonding was 8.22 ± 0.49 MPa. There were no statistical differences in the values of bond strength regarding all three groups of the investigated orthodontic brackets ($F=4.56$; $p<0.05$).

Conclusion The base size and design of metal orthodontic brackets did not play a significant role in bond strength, while the values of ARI index were identical in all three investigated groups.

Keywords: metal orthodontic brackets; bond strength; enamel