

Tomasz Ogiński¹, Agnieszka Szust², Beata Kawala¹

Ocena siły wiązania kleju ortodontycznego Grengloo ze szkliwem bydlęcym w zależności od rodzaju zastosowanego zamka ortodontycznego. Badanie *in vitro*

Evaluation of shear bond strength of various orthodontic brackets bonded to bovine enamel with use of Grengloo adhesive. An *in vitro* study

¹ Katedra i Zakład Ortopedii Szczękowej i Ortodoncji, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

² Wydział Mechaniczny, Politechnika Wrocławska

Streszczenie

Wstęp. Trwałość połączenia pomiędzy zamkami ortodontycznymi a szkliwem jest niezbędna do przeprowadzenia skutecznego leczenia ciekotukowym aparatem stałym. Współcześnie, oprócz rozpowszechnionych i dobrze zbadanych zamków metalowych, zamki ceramiczne zdobywają coraz większą popularność w praktyce lekarza ortodonta.

Cel pracy. Celem pracy jest ocena siły wiązania zamków ortodontycznych ze szkliwem bydlęcym przy pomocy żywicy kompozytowej w zależności od materiału, z którego zostały wykonane za pomocą testu na ścinanie.

Materiał i metody. W badaniu wykorzystano 60 bydlęcych siekaczy bez uszkodzeń szkliwa na powierzchni licowej, które losowo podzielono na trzy równe grupy. W grupie 1. do szkliwa bydlęcego przyklejono metalowe zamki Victory Series (3M Unitek). W grupie 2. użyto zamków Clarity (3M Unitek) wykonanych z polikrystalicznego tlenku glinu. W grupie 3. wykorzystano wytworzone z monokrystalicznego tlenku glinu zamki Radiance (American Orthodontics). Po 24 godzinach od momentu polimeryzacji kleju ortodontycznego Grengloo (Ormco) próbki poddano testowi na ścinanie.

Wyniki. Największą siłą wiązania ze szkliwem bydlęcym za pomocą żywicy kompozytowej uzyskały ceramiczne zamki Clarity (średnia 10,65 MPa ± 5,2), następnie zamki Radiance (średnia 9,15 MPa ± 1,91) oraz zamki Victory Series (średnia 6,65 MPa ± 1,71). Wyniki analizy statystycznej wykazały istotnie wyższą siłę wiązania zamków Clarity w porównaniu z zamkami Radiance oraz zamkami Victory Series. Nie wykryto istotnych różnic pomiędzy zamkami Victory Series oraz zamkami Clarity.

Słowa kluczowe: wiązanie materiałów dentystycznych, wytrzymałość na ścinanie, zaczepy ortodontyczne, żywice kompozytowe, zęby bydlęce.

Abstract

Introduction. Durability of the bond strength between the orthodontic bracket and the enamel is crucial to perform successful treatment with fixed appliance. Contemporary, apart from wide-spread and well-known metallic brackets, ceramic brackets become more popular in orthodontic practice.

Aim of the study. The purpose of the current study was to calculate shear bond strength of metal, polycrystalline and monocrystalline orthodontic brackets bonded to bovine enamel with composite resin.

Material and methods. Sixty bovine incisors with intact buccal surfaces were used in this study. The teeth were randomly divided into three equal groups. In group 1 stainless steel Victory Series (3M Unitek) brackets were bonded to the enamel. In group 2 polycrystalline Clarity (3M Unitek) brackets were used and in group 3 monocrystalline Radiance (American Orthodontics) brackets were used. Shear bond test was performed 24 hours after polymerization of Grengloo (Ormco) orthodontic adhesive.

Results. The highest shear bond strength was found in Victory Series group (mean 10.65 MPa ± 5.2), followed by Clarity group (mean 9.15 MPa ± 1.91) and Radiance group (mean 6.65 MPa ± 1.71). Statistical analysis revealed significantly higher shear bond strength of Victory Series brackets and Clarity brackets in comparison with Radiance brackets. The difference between Victory Series brackets and Clarity brackets was not significant.

Key words: dental bonding, shear strength, orthodontic brackets, composite resins, bovine teeth.

Wstęp

Trwałość połączenia pomiędzy zamkiem ortodontycznym a szkliwem jest niezwykle istotna dla skutecznej terapii ciekotukowym aparatem stałym. Zbyt niskie wartości siły wiązania mogą prowadzić do odklejania się zamków i przez to do wydłużenia czasu leczenia, zwiększenia kosztów leczenia

oraz wydłużenia czasu pracy przy pacjencie. Od czasu wprowadzenia do ortodoncji adhezji opartej na wytrawianiu szkliwa kwasem ortofosforowym złotym standardem było użycie metalowego zamka wraz z żywicą kompozytową [1].

W ostatnich latach coraz większą popularność zyskują zamki ceramiczne, które ze względu na

lepszą estetykę wraz z porównywalnymi z zamkami metalowymi właściwościami mechanicznymi na stałe zagościły w codziennej praktyce ortodontycznej [2]. Zamki ceramiczne mogą być wytworzone z monokrystalicznego tlenku glinu, który jest materiałem bardziej przeziernym, a więc mniej widocznym, ale też bardziej kruchym. Z kolei zamki wytworzone z polikrystalicznego tlenku glinu są bardziej odporne na pęknięcie, ale posiadają mniej estetyczną mlecznobiałą barwę [3].

W badaniach wytrzymałościowych *in vitro* szkliwo ludzkie często jest zastępowane przez szkliwo bydlęce, ze względu na podobną budowę histochemiczną oraz dobrą dostępną. Autorzy donoszą, że siła wiązania zaczepów ortodontycznych do szkliwa bydlęcego jest o podobny odsetek niższa w stosunku do szkliwa ludzkiego. Dzięki temu wyniki badań uzyskanych z użyciem zębów bydlęcych mają kliniczne odniesienie do ludzi [4, 5].

Cel pracy

Celem pracy jest ocena siły wiązania zamków wykonanych ze stali nierdzewnej, monokrystalicznego tlenku glinu oraz polikrystalicznego tlenku glinu ze szkliwem bydlęcym.

Materiały i metody

W badaniu wykorzystano sześćdziesiąt bydlęcych siekaczy dolnych, wśród których nie stwierdzono uszkodzeń szkliwa na powierzchniach licowych. Zęby zostały pozyskane z zakładów mięsnych od zwierząt ubitych w celach rzeźnych. Po pozyskaniu zęby oczyszczono z tkanek miękkich a struktura ich szkliwa została oceniona. Do czasu badania wytrzymałościowego siekacze przechowywano w 0,1% roztworze tymolu w temperaturze pokojowej w celu uniknięcia niepożądanego wzrostu bakterii. Czas przetrzymywania zębów w roztworze nie przekroczył dwóch miesięcy. Następnie zęby wypłukano i losowo przyporządkowano do jednej z trzech grup badawczych liczących po dwadzieścia próbek każda.

Powierzchnię licową każdego z siekaczy oczyszczono pastą polerską niezawierającą fluoru SuperPolish (Kerr Have). Następnie zęby spłukano wodą i wysuszone. Na powierzchnię szkliwa zaaplikowano 37% kwas ortofosforowy na okres 30 sekund, po którym wytrawiacz spłukiwano wodą destylowaną z dmuchawko-strzykawki przez okres 30 sekund. Wilgotną powierzchnię zęba suszono sprężonym powietrzem z dmuchawko-strzykawki przez okres 30 sekund. Na wytrawione szkliwo zaaplikowano cienką warstwę primera Ortho Solo™ (Ormco), który rozprowadzono po powierzchni szkliwa, a jego nadmiar odparowano za pomocą krótkiego podmuchu sprężonego powietrza z dmuchawko-strzykawki i pozostawiono niespolimeryzowanym. Następnie na podstawę zamka ortodontycznego nałożono cienką warstwę światło-

utwardzalnego kleju ortodontycznego Grengloo™ (Ormco). Zamek wypozyjonowano na koronie siekacza, dociśnięto do powierzchni zęba, a nadmiar kompozytu usunięto sondą stomatologiczną. Klej ortodontyczny utwardzano przez okres 20 sekund od strony brzegu siecznego za pomocą diodowej lampy polimeryzacyjnej radii plus (SDI) o natężeniu światła wynoszącym 1500 mW/cm².

W grupie 1. użyto ortodontycznych zamków metalowych Victory Series™ (3M Unitek). W grupie 2. przyklejono zamki ortodontyczne Clarity™ (3M Unitek) wykonane z polikrystalicznego tlenku glinu. Natomiast w grupie 3. wykorzystano zamki Radiance™ (American Orthodontics) wyprodukowane z monokrystalicznego tlenku glinu. Za pomocą zdjęć wykonanych mikroskopem elektronowym obliczono powierzchnię podstawy każdego z typów zamków. Wyniosły one: 10,23 mm² dla zamka Victory Series™, 10,57 mm² dla zamka Clarity™ oraz 10,72 mm² dla zamka Radiance™. Wszystkie zamki ortodontyczne użyte w badaniu były zamkami przeznaczonymi na dolne siekacze bez wbudowanych wartości angulacji oraz torqu.

Do momentu przeprowadzenia badań wytrzymałościowych zęby bydlęce z przyklejonymi zamkami przetrzymywano w wodzie destylowanej w temperaturze pokojowej. Ocenę siły wiązania zamków ortodontycznych przeprowadzono za pomocą testu na ścinanie po 24 godzinach od momentu polimeryzacji kleju ortodontycznego. Badanie wytrzymałościowe wykonano uniwersalną maszyną testującą o prędkości głowicy wynoszącej 1 mm/min. Przed badaniem korzenie siekaczy zatopiono w gipsie, tak aby podstawa zamka ortodontycznego została zorientowaną prostopadle do podstawy gipsowego cokołu. Tak przygotowaną próbkę zamontowano w dolnych szczękach urządzenia. W górnych szczękach założono, zaczepiony pod dolnymi skrzydełkami zamka, potrójnie złożony drut ligaturowy wykonany ze stali nierdzewnej o średnicy 0,010 cala. Siła zerwania zamka ortodontycznego każdej z próbek została zarejestrowana w niutonach, a następnie podzielona przez pole podstawy zerwanego zamka w celu uzyskania wyniku wyrażonego w megapaskalach. Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej w programie SPSS 14.0. Poziom istotności różnic ustalono na $p = 0,05$.

Wyniki i omówienie

Rezultaty badań przedstawiono w tabeli 1. Najwyższą wartość siły wiązania ze szkliwem bydlęcym, ocenioną na podstawie testu na ścinanie, uzyskały wykonane z polikrystalicznego tlenku glinu zamki Clarity (średnia $10,24 \pm 2,44$), następnie zamki Radiance wykonane z monokrystalicznego tlenku glinu (średnia $6,33 \pm 1,43$) oraz metalowe zamki Victory Series (średnia $6,18 \pm 4,52$). Wynik testu statystycznego U Manna-Whitneya z poprawką Bonferroniego wykazał statystycznie istotnie

Tabela 1. Statystyka opisowa grup badawczych oraz wyniki testu statystycznego U Manna-Whitneya z poprawką Bonferroniego**Table 1.** Descriptive statistics of studied groups and results of U Mann-Whitney statistical test with Bonferroni adjustment

Zamek ortodontyczny	n	Siła wiązania na podstawie testu na ścinanie	
		X ± SD (MPa)	Zakres (MPa)
Clarity ^A	20	10,24 ± 2,44	5,49–13,26
Radiance ^B	20	6,33 ± 1,43	3,17–9,23
Victory Series ^B	20	6,18 ± 4,52	0,78–13,29

Wartości średnie w wierszach zaznaczonych tymi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie statystycznie.

większą siłą wiązania zamków Clarity w porównaniu z zamkami Radiance oraz z zamkami Victory Series. Pomiędzy siłą wiązania zamków Victory Series oraz Radiance nie stwierdzono istotnie statystycznych różnic.

Uzyskane wyniki są zgodne z rezultatami uzyskanymi przez Chen i wsp., którzy również donosili o wyższej sile wiązania zamków wykonanych z polikrystalicznego tlenku glinu w porównaniu z zamkami monokrystalicznymi [6]. Z drugiej strony Theodorakopoulou i wsp. (2004) oraz Liu i wsp. (2005) nie stwierdzili istotnych różnic pomiędzy dwoma typami zamków ceramicznych, a Chaconas i wsp. (1991) oraz Klocke i wsp. (2003) donosili o większej sile wiązania monokrystalicznych zamków ceramicznych [2, 7, 8, 9]. Trudno wytłumaczyć tak duże rozbieżności w dostępnej literaturze. Może mieć to związek z wykorzystaniem innego typu zamków monokrystalicznych w cytowanych pracach. Autorzy nie znaleźli bowiem badań oceniających siłę wiązania zamków Radiance. Należy również pamiętać, że różnice sił wiązania pomiędzy dwoma zamkami wykonanymi z polikrystalicznego tlenku glinu także mogą być istotne statystycznie [10].

Podobne niezgodności z wynikami innych badaczy można stwierdzić przy porównaniu sił wiązania zamków metalowych oraz polikrystalicznych. Liu i wsp. (2005) oraz Speer i wsp. (2005) nie stwierdzili istotnych różnic pomiędzy tymi typami zamków [7, 11]. Natomiast inni autorzy wykazali istotnie większą siłę wiązania zamków metalowych [12, 13]. Różnice można tłumaczyć wykorzystaniem innego rodzaju zarówno zamków metalowych w naszej pracy. Ponadto zastosowany w badaniu klej ortodontyczny Grengloo nie został użyty przez żadnego z cytowanych autorów.

Wnioski

1. Wartości siły wiązania ze szkliwem bydlęcym zamków Clarity wykonanych z polikrystalicznego tlenku glinu były istotnie wyższe w porów-

naniu z siłą wiązania zamków Radiance wykonanych z monokrystalicznego tlenku glinu oraz metalowych zamków Victory Series.

2. Nie stwierdzono istotnie statystycznych różnic pomiędzy siłami wiązania ze szkliwem bydlęcym zamków wykonanych ze stali nierdzewnej oraz z monokrystalicznego tlenku glinu.

Piśmiennictwo

- [1] Newman GV. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progress report. Am J Orthod. 1965;51:901–12.
- [2] Theodorakopoulou LP, Sadowsky PL, Jacobson A, Laceyfield W. Evaluation of the debonding characteristics of 2 ceramic brackets: An in vitro study. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2004;125:329–36.
- [3] Eliades T, Eliades G, Brantley WA. Materiały ortodontyczne w ujęciu naukowym i klinicznym. Zamki ortodontyczne. Wydawnictwo Czelej. Lublin; 2003:170–3.
- [4] Oesterle LJ, Shellhart WC, Belanger GK. The use of bovine enamel in bonding studies. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1998;114:514–519.
- [5] Saleh F, Taymour N. Validity of using bovine teeth as a substitute for human counterparts in adhesive tests. East Mediterr Health J. 2003;9:201–7.
- [6] Chen H, Su M, Chang HF, Chen Y, Lan W, Lin C. Effects of different debonding techniques on the debonding forces and failure modes of ceramic brackets in simulated clinical setups. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2007; 132:680–6.
- [7] Liu J, Chung C, Chang C, Shieh D. Bond strength and debonding characteristics of a new ceramic bracket. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2005;128:761–5.
- [8] Chaconas SJ, Caputo AA, Niu GS. Bond strength of ceramic brackets with various bonding systems. Angle Orthod. 1991;61:35–42.
- [9] Klocke A, Korbmacher HM, Huck LG, Ghosh J, Kahl-Nieke B. Plasma arc curing of ceramic brackets: An evaluation of shear bond strength and debonding characteristics. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2003;124:309–15.
- [10] Mundstrock KS, Sadowsky L, Laceyfield W, Bae S. An in vitro evaluation of a metal reinforced orthodontic ceramic bracket. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1999;116: 635–41.
- [11] Speer C, Zimny D, Hopfenmueller W, Holtgrave EA. Bond Strength of Disinfected Metal and Ceramic Brackets: An In Vitro Study. Angle Orthod. 2005;75:836–842.
- [12] Fernandez L, Canut JA. In vitro comparison of the retention capacity of new esthetic brackets. Eur J Orthod. 1999;21:71–77.
- [13] Habibi M, Nik TH, Hooshmand T. Comparison of debonding characteristics of metal and ceramic orthodontic brackets to enamel: An in-vitro study. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2007;132:675–9.

Adres do korespondencji:

Katedra i Zakład Ortopedii Szczękowej i Ortodontji, Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu
ul. Krakowska 26
50-425 Wrocław
e-mail: iksnigo@go2.pl