

**dr n. med. Monika MACHOY<sup>a</sup>, Prof. dr hab. n. med. Anna MACHOY-MOKRZYŃSKA<sup>b</sup>,  
dr n. med. Liliana SZYSZKA-SOMMERFELD<sup>a</sup>, Prof. dr hab. n. med. Krzysztof WOŹNIAK<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, Zakład Ortodontyki  
Pomeranian Medical University in Szczecin, Orthodontic Department

<sup>b</sup> Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, Katedra Farmakologii  
Pomeranian Medical University in Szczecin, Pharmacology Department

## **OCENA WPŁYWU RODZAJÓW STOSOWANYCH MATERIAŁÓW OR- TODONTYCZNYCH NA OCZYSZCZANIE SZKLIWA PO ZAKOŃCZONYM LECZENIU APARATAMI STAŁYMI**

### **Streszczenie**

**Wstęp i cel:** Leczenie ortodontyczne aparatami stałymi wymaga mocowania zaczepu na powierzchni szkliwa każdego zęba stałego. Stosuje się do tego celu materiał kompozytowy, nakładany na podstawę zaczepu, łączący się ze szkliwem za pośrednictwem systemu wiążącego. Oczyszczenie szkliwa z pozostałości materiałów po zakończonym leczeniu jest konieczne dla utrzymania zdrowia szkliwa i przyzębia. Celem pracy była ocena wpływu rodzajów stosowanych materiałów ortodontycznych na czas oczyszczania szkliwa po zakończonym leczeniu aparatami stałymi.

**Materiał i metody:** 180 usuniętych zębów podzielono na dwie równe grupy, w których zastosowano różne systemy wiążące (w pierwszej grupie system wiążący V generacji, w drugiej system VII generacji). W każdej grupie wyodrębniono trzy podgrupy, w których zastosowano zaczepy ortodontyczne wykonane z różnych materiałów (stalowe, ceramiczne, kompozytowe). Po usunięciu zaczepów, powierzchnię szkliwa oczyszczano z pozostałości materiałów przy zastosowaniu frezów z węgla spiekanego lub gumki silikonowej z tlenkami glinu. Mierzono czas potrzebny do oczyszczenia szkliwa w każdej grupie.

**Wyniki:** Wykazano, że czynnikami mającymi wpływ na czas oczyszczania szkliwa był rodzaj zaczepu stosowanego podczas leczenia oraz narzędzie wykorzystywane do oczyszczania pozostałości materiału adhezyjnego.

**Wnioski:** Rodzaj zastosowanego narzędzia czyszczącego oraz rodzaj zastosowanych zamków ortodontycznych mają wpływ na efektywność oczyszczania szkliwa.

**Słowa kluczowe:** Szkliwo, leczenie ortodontyczne, aparaty stałe, oczyszczanie powierzchni szkliwa.

(Otrzymano: 15.06.2018; Zrecenzowano: 25.06.2018; Zaakceptowano: 30.06.2018)

## **EVALUATION OF THE INFLUENCE OF THE TYPES OF ORTHODONTIC MATERIALS ON THE ENAMEL SURFACE CLEAN-UP AFTER FIXED APPLIANCES REMOVAL**

### **Abstract**

**Introduction and aim:** In orthodontic treatment, fixed appliances are attached to the enamel surface of each permanent tooth by orthodontic bands. For this purpose, a composite material is applied to the base of the band, which is connected to the enamel through the bonding system. After orthodontic treatment is completed, it is necessary to remove any residual materials in order to maintain and restore enamel and periodontium health. The aim of the study was to evaluate the influence of the types of orthodontic materials on the time of enamel surface clean-up after fixed appliances removal.

**Materials and methods:** 80 removed teeth were divided into two equal groups, in which different bonding systems were used (in the first group - the V generation bonding system, whilst in the second group - the VII generation bonding system). Each group was further subdivided into three subgroups in which bands from different orthodontic materials were used (steel, ceramic, composite). After the removal of the bands, tooth enamel was cleaned of residual materials using dental carbide burs or silicone rubber with aluminium oxides. The time required to clean the enamel of residual materials in each group was measured.

**Results:** The study shows that the type of the band used for orthodontic treatment and the tool used for removing the residual adhesive material both have a direct impact on the time of enamel surface clean-up after the removal of fixed appliances.

**Conclusions:** The type of a cleaning tool and the type of orthodontic bands have an influence on the effectiveness of enamel surface clean-up.

**Keywords:** Enamel, orthodontic treatment, fixed appliances (braces), enamel surface clean-up.

(Received: 15.06.2018; Revised: 25.06.2018; Accepted 30.06.2018)

## 1. Wstęp

Wykorzystanie siły adhezji w ortodoncji może wydawać się zjawiskiem problematycznym ze względu na wymagania specyficzne dla dziedziny, do której jest przeznaczona. Zastosowana w ortodoncji powinna spełniać dwojakie wymagania: być wystarczająco mocna, aby utrzymywać zaczepy ortodontyczne podczas całego leczenia, stawiać opór siłom żucia i napięciu wywołanemu przez łuki oraz działaniu i ingerencji pacjenta. Powinna być również wystarczająco delikatna, aby uniknąć uszkodzeń szkliwa podczas usuwania zamków [1]. Sugeruje się, że siła wiązania w granicach 6-8 MPa jest wystarczająca dla wiązania zaczepów ortodontycznych [1]-[3]. Zwiększona siła potęguje ryzyko odłamań szkliwa [4].

Siły wytwarzane podczas usuwania zaczepów mogą być zależne od wielu czynników: sposobu wytrawiania, rodzaju systemu wiążącego, kleju, metody polimeryzacji oraz rodzaju i architektury podstawy zaczepu [5], [6]. Wzrost siły wiążącej powoduje zwiększenie ryzyka uszkodzenia szkliwa [7]. Celem procedury usuwania zaczepów ortodontycznych jest usunięcie zaczepów i całej żywicy z powierzchni zęba oraz najdokładniejsze odtworzenie powierzchni. Stanowi to potencjalne zagrożenie dla topografii szkliwa, ze względu na ryzyko powstania pęknięć, rys oraz zmniejszenie jego grubości [8]-[13]. Na jakość powyższej procedury, a w konsekwencji stan szkliwa po skończonym leczeniu ma wpływ wiele czynników. Najważniejszymi z nich są rodzaje użytego zaczepu ortodontycznego i materiału kompozytowego oraz narzędzia użyte do usunięcia zaczepów i żywicy [14]. Jeżeli podczas usuwania zaczepu przerwanie adhezji wystąpi na granicy szkliwo-system wiążący, powstanie uszkodzeń szkliwa jest właściwie nieuniknione [15]. Na skutek powyższego błędu adhezji, ale też błędu na granicy system wiążący-podstawa zaczepu, na powierzchni szkliwa oprócz możliwych uszkodzeń w pewnych miejscach pozostaje materiał kompozytowy. Implikuje to konieczność usuwania pozostałości kleju tzw. remnatów, w celu doprowadzenia powierzchni szkliwa do pierwotnej kondycji. Do usuwania remnantów używane są narzędzia rotacyjne, które powodują kolejne uszkodzenia szkliwa. Stosowanych jest wiele narzędzi do usuwania resztkowej żywicy po usunięciu zamków takich jak: pilniki, skalery, dyski abrazyjne, wiertła diamentowe lub karbidowe, kamienie czy narzędzia ultradźwiękowe [16]-[19]. Często preferowane konwencjonalne frezy diamentowe, niezależnie od tego, jak dobrze usuwają pozostałości kleju, mogą uszkadzać szkliwo ze względu na swój kształt i ostrość.

Obecnie proponowanych jest wiele narzędzi do oczyszczania i polerowania szkliwa [11], [18], [20]-[26]. Preferowane jest wykorzystanie systemów wielostopniowych, w tym wiertel z węgla wolframu oraz tarcz ściernych, powlekanych tlenkiem aluminium. Stosowanie układów wieloetapowych wydaje się być jednak czasochłonnym, a każde z tych narzędzi pozostawia powierzchnię szkliwa o różnych stopniach chropowatości [16], [17]. Z tego powodu wprowadzono systemy polerujące jednostopniowe, do wykańczania i polerowania materiałów złożonych do gładkiej i błyszczącej powierzchni w tym diamenty, impregnowane gumowe kubki oraz szczotki z węgla krzemu [27], [28]-[33]. Wyniki badań na temat wpływu różnych systemów stosowanych do oczyszczania szkliwa nie są jednak jednoznaczne.

## 2. Cel pracy

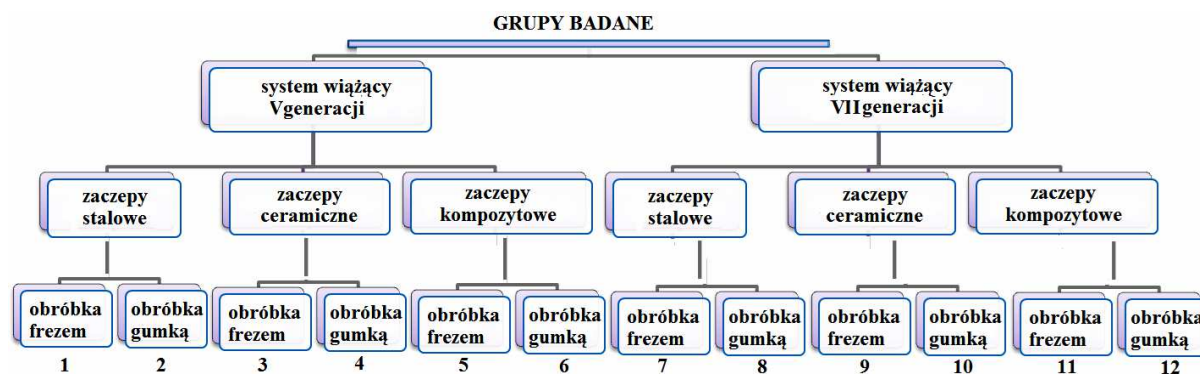
Cel pracy to ocena wpływu rodzajów stosowanych materiałów ortodontycznych na czas oczyszczania szkliwa po zakończonym leczeniu aparatami stałymi w warunkach eksperymentalnych.

### 3. Materiał i metody

Badania przeprowadzono w warunkach *in vitro*. Materiał stanowiło 180 zębów, podzielonych na dwie grupy o liczebności 90 zębów każda. W pierwszej grupie badanej do połączenia zaczepów ortodontycznych z powierzchnią zębów zastosowano system wiążący V generacji, który wykorzystuje klasyczną metodę wytrawiania szkliwa kwasem ortofosforowym. W drugiej grupie badanej do połączenia zaczepów ortodontycznych z powierzchnią zębów zastosowano system samowytrawiający, którego podstawą jest primer samotrąwiający szkliwo (system VII generacji).

W każdej grupie wyodrębniono trzy podgrupy o liczebności 30 zębów każda, w których zastosowano zaczepy ortodontyczne wykonane z różnych materiałów, tj. stalowe, ceramiczne, kompozytowe.

Każdą podgrupę podzielono na dwie mniejsze o liczebności 15 zębów każda, w których zastosowano odmienny sposób opracowania powierzchni szkliwa po usunięciu zaczepów - stosując frez z węgla spiekanego lub gumkę silikonową z kryształkami tlenku glinu. Podział na grupy przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Graficzne przedstawienie podziału grup badanych

Źródło: Opracowanie własne Autorów

Fig. 1. A graphic presentation of the research group division

Source: Elaboration of the Authors

Eksperyment przeprowadzono na zębach siecznych oraz przedtrzonowych, usuniętych ze wskazań ortodontycznych oraz periodontologicznych. Kryterium wykluczenia określały następujące warunki: obecność rozwojowych uszkodzeń szkliwa, tj. hipoplazji, zmętnień lub przebarwień, obecność próchnicy oraz wypełnień na powierzchni przedsionkowej. Zęby zakwalifikowane do badań przechowywano przez 30 dni w wodzie demineralizowanej z kryształem tymolu (0,1%) w temperaturze pokojowej.

Przed mocowaniem zaczepów ortodontycznych powierzchnie zębów oczyszczano przy pomocy gumki profilaktycznej (TopDental, Polska) z pastą bez fluoru Passage (Shofu Inc., Japonia), przeznaczonej do przygotowania szkliwa przed mocowaniem zaczepów ortodontycznych. Następnie powierzchnię zęba płukano wodą destylowaną i osuszano sprężonym powietrzem przez 15 sekund. Do mocowania zaczepów ortodontycznych stosowano ortodontyczny materiał kompozytowy Transbond™ XT Light Cure Adhesive (3M Unitek, USA), wymagający wcześniejszego przygotowania powierzchni szkliwa.

W grupach 1-6 (Rys. 1) powierzchnię przedsionkową zębów trawiono przez 30 sekund 37% roztworem kwasem ortofosforowego - Blue-Etch (CERKAMED, Polska), płukano wodą destylowaną przez 15 sekund i osuszano sprężonym powietrzem. Na wytrawioną po-

wierzchnię przy pomocy aplikatora w powierzchnię szkliva wcierano przez 15 sekund system łączący OptiBond Solo Plus (Kerr, USA), następnie osuszano delikatnym strumieniem powietrza przez 3 sekundy i utwardzano światłem halogenowej lampy polimeryzacyjnej o intensywności naświetlania  $750 \text{ mW/cm}^2$  przez 20 sekund. Na powierzchni zamka umieszczano ortodontyczny materiał kompozytowy Transbond™ XT Light Cure Adhesive. Zaczep dociskano do powierzchni szkliva przy pomocy powszechni stosowanej pincety do zamków ortodontycznych. Zaczep ortodontyczny umiejscawiano w środku osi mezjalno-dystalnej zęba, oddalając jego środek 3,5 mm od brzegu powierzchni żującej. Pomiar odległości mierzono przy pomocy pozycjonera ortodontycznego. Po odpowiednim umiejscowieniu zaczepu, materiał poddawano polimeryzacji światłem halogenowej lampy polimeryzacyjnej przez 40 sekund.

W grupach 7-12 (Rys. 1) zastosowano samowytrawiający system wiążący G-Bond (GC, USA). Primer samowytrawiający po naniesieniu na powierzchnię zęba przy pomocy aplikatora, pozostawiano przez 10 sekund, a następnie usuwano nadmiary za pomocą strumienia powietrza przez 5 sekund. Po tym czasie system polimeryzowano światłem halogenowej lampy polimeryzacyjnej o intensywności naświetlania  $750 \text{ mW/cm}^2$  przez 20 sekund. Na powierzchni zamka umieszczano ortodontyczny materiał kompozytowy Transbond™ XT Light Cure Adhesive. Zaczep ortodontyczny umiejscawiano na powierzchni zęba według wyżej opisanego sposobu. Zęby z zamocowanymi zaczepami ortodontycznymi przechowywano w wodzie demineralizowanej w temperaturze pokojowej przez 24 godziny. Po tym czasie zaczepy usuwano metodą mechaniczną przy pomocy kleszczy ix827 (Ixion Instruments, USA), przeznaczonych do zdejmowania wszystkich rodzajów zaczepów. Pozostałości materiału łączącego usuwano z powierzchni szkliva dwoma sposobami.

W grupach 1, 3, 5, 7, 9, 11 zastosowano obróbkę skrawaniem za pomocą frezu z węgliku spiekanego H390.204 AGK (Komet Urpol, Polska), który posiada 8 nacięć, rozmiar 314.018, długość 3,6 mm, średnicę 1/10 mm. Szklivo opracowywano przy pomocy mikrosilnika montowanego standardowo w unicie stomatologicznym przy prędkości obrotów 40 000/min z chłodzeniem wodnym i sile nacisku 1,0 N.

W grupach 2, 4, 6, 8, 10, 12, zastosowano obróbkę ścierną przy pomocy gumek o kształcie kielicha OneGloss 0181 (Shofu Dental Corp, USA), wykonanych z tlenków glinu i spajającego ich silikonu. Szklivo opracowywano przy zastosowaniu mikrosilnika przy prędkości obrotów 40 000/min z chłodzeniem wodnym i sile nacisku 1,0 N. Pomiar siły nacisku dokonywano na stanowisku złożonym z wagi, na której umieszczano opracowywany ząb. Procedurę oczyszczania szkliva uznawano za zakończoną na podstawie oceny skopijnej dokonywanej wzrokiem oraz dotykiem z użyciem zgłębnika stomatologicznego w oświetleniu lampy unitu. Kryterium oceny była gładkość powierzchni zęba oraz brak resztek materiału kompozytowego. Czas potrzebny do oczyszczenia każdego zęba był mierzony przy pomocy stopera. Wyniki uzyskane w badaniach opracowano statystycznie.

Do weryfikacji hipotezy o normalności rozkładu zmiennej zastosowano test W Shapiro-Wilka. Weryfikację hipotezy o istnieniu i nieistnieniu różnic między wartościami średnimi dla zmiennych niezależnych użyto testu mediany oraz testu U Manna-Whitneya. Do weryfikacji hipotezy o istnieniu lub nieistnieniu różnic między wartościami średnimi dla zmiennych zależnych użyto dwukierunkowej analizy wariancji Friedmana oraz testu kolejności par Wilcoxon.

Korelację pomiędzy zmiennymi użyto współczynnika momentu iloczynowego r Pearsona oraz współczynnika r Spearmana. W celu oceny zależności między zmiennymi skokowymi lub jakościowymi zastosowano test niezależności  $\chi^2$ , test niezależności  $\chi^2$  z poprawką Yatesa oraz test dokładny Fishera. Przy stosowaniu tego typu testów przestrzegano ogólnej

zasady Maxwell. Prawdopodobieństwo z zmiennych przez określone predyktory jakościowe oraz ich funkcji dyskryminacyjnej wykorzystano metody wielozmienne. Różnorodność wielu zmiennych w grupach określonych przez czynniki jakościowe analizowano, stosując modele jednoczynnikowej analizy wariancji ANOVA/ANCOVA (*ang. Analysis of Variance / Analysis of Covariance*). Przy weryfikacji wszystkich hipotez przyjęto poziom istotności  $p = 0,05$ .

#### 4. Wyniki

Zależność czasu oczyszczania szkliwa od rodzaju zęba, rodzaju zastosowanego systemu wiążącego, rodzaju zaczepu, sposobu oczyszczania szkliwa poddano statystycznym analizom jednoczynnikowym. Analizy te wykazały, że jedynymi czynnikami mającymi wpływ na czas oczyszczania szkliwa był rodzaj zaczepu stosowanego podczas leczenia oraz narzędzie wykorzystywane do oczyszczania pozostałości materiału adhezyjnego. Czas oczyszczania pozostałości kleju po usunięciu zaczepów metalowych wynosił średnio 24,35 s i był istotnie krótszy od czasu oczyszczania po zastosowaniu zaczepów ceramicznych ( $p < 0,002$ ), który wynosił średnio 34,75 s oraz był na granicy istotności w stosunku do czasu potrzebnego do oczyszczenia szkliwa po zastosowaniu zaczepów kompozytowych ( $p < 0,0641$ ) i który wynosił 29,61 s. Czas opracowywania powierzchni szkliwa frezem wynosił średnio 40,68 s, natomiast gumką był istotnie statystycznie krótszy ( $p < 0,000$ ) i wynosił 18,75 s. Wielkości czasu obróbki szkliwa w zależności od poszczególnych zmiennych zostały przedstawione w tabeli 1.

Tab. 1. Wielkości czasu obróbki szkliwa w zależności od rodzaju oczyszczanego zęba, rodzaju systemu wiążącego, zaczepu ortodontycznego oraz sposobu oczyszczania powierzchni szkliwa

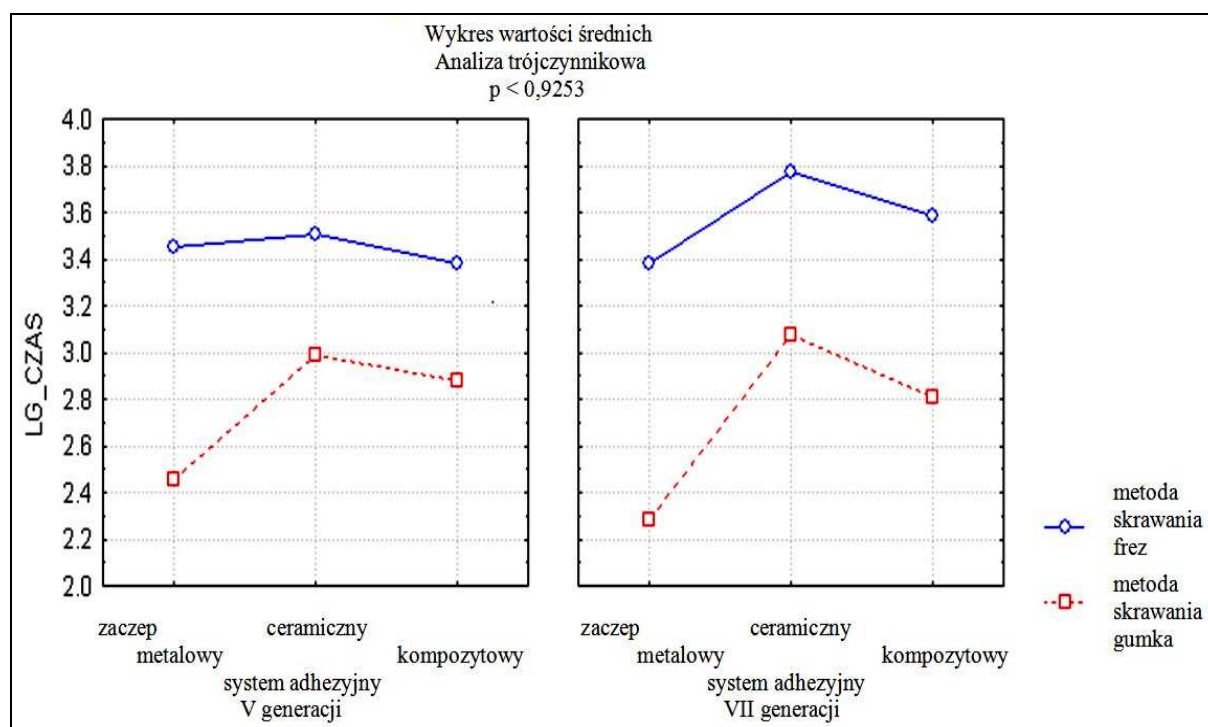
Tab. 1. The time of enamel treatment depending on the type of tooth, bonding system, orthodontic band and enamel surface clean-up method

Zmienna		<i>n</i>	<i>M</i>	<i>Me</i>	<i>Min.</i>	<i>Max.</i>	<i>Q1</i>	<i>Q3</i>	<i>R</i>	<i>SD</i>
Ząb	Siekacz	58	32,18	22,00	5,00	102,00	13,00	51,00	38,00	26,17
	Przedtrzonowiec	122	28,69	22,00	5,00	92,00	14,00	36,00	22,00	20,16
Adhezyjny system wiążący	V generacji	90	29,52	21,00	5,00	102,00	13,00	38,00	25,00	22,77
	VII generacji	90	29,67	22,00	5,00	92,00	15,00	38,00	23,00	21,39
Zaczep	Metalowy	60	24,35	18,00	5,00	96,00	9,50	31,00	21,50	20,61
	Ceramiczny	60	34,75	28,00	9,00	102,00	15,00	39,00	24,00	23,84
	Kompozytowy	60	29,61	22,00	6,00	80,00	14,00	40,00	26,00	20,64
Skrawanie	Frez	90	40,68	32,00	8,00	102,00	20,50	62,00	41,50	24,62
	Gumka	90	18,75	15,00	5,00	53,00	10,00	23,00	13,00	11,44

Oznaczenia: *n* – ilość próbek, *M* – średnia arytmetyczna, *Me* – mediana, *Min-max* – zakres zmienności, *Q1-Q3* – kwartył pierwszy, kwartył trzeci; *R* – rozstęp pomiędzy kwartylami, *SD* – odchylenie standardowe

Źródło: Opracowanie własne Autorów  
Source: Elaboration of the Authors

Analizy wieloczynnikowe potwierdziły, że obecność zaczepu metalowego i stosowanie gumki są jedynymi istotnymi niezależnymi czynnikami związanymi z krótszym zlogarytmowanym czasem oczyszczania. Wyniki tej analizy przedstawia rysunek 2.



Rys. 2. Wpływ rodzaju stosowanego zaczepu, obróbki skrawaniem oraz systemu wiążącego na średni czas opracowywania powierzchni szkliwa

Źródło: Opracowanie własne Autorów

Fig. 2. The influence of the type of the band, machining and bonding system on the average time of enamel surface clean-up

Source: Elaboration of the Authors

## 5. Dyskusja

Czas potrzebny do oczyszczenia szkliwa nie może być bezpośrednio porównywany pomiędzy przeprowadzonymi badaniami publikowanymi w poszczególnych artykułach [34], ze względu na zastosowanie różnych metod przygotowania materiału badawczego. Innymi zmiennymi są różnego rodzaju systemy wiążące, zróżnicowana siła nacisku zależna od operatora i mało obiektywna ocena jakości oczyszczenia szkliwa, zazwyczaj przeprowadzana w świetle lampy unitu i zależna od jakości wzroku lekarza.

W badaniach własnych czas oczyszczania szkliwa frezem wynosił średnio 40,68 s, natomiast gumką z elementami ściernymi w postaci tlenków glinu był istotnie krótszy i wynosił 18,75 s. Czas oczyszczania pozostałości kleju różnił się w zależności od usuwanych zaczepów. Po usunięciu zaczepów metalowych, wynosił średnio 24,35 s i był istotnie krótszy od czasu potrzebnego do oczyszczenia szkliwa po usunięciu zaczepu ceramicznego, który wyniósł średnio 34,75 s oraz na granicy istotności w stosunku do zaczepu kompozytowego, którego czas wyniósł 29,61 s. Badania Ryf i wsp. [35], które wykonano w podobnych warunkach wykazały, że czas oczyszczania szkliwa wiertłem karbidowym wynosił  $65,9 \pm 14,0$  s, natomiast przy zastosowaniu gumki z tlenkami glinu –  $121,4 \pm 23,3$  s. Wyniki te były odmienne od uzyskanych w badaniach własnych, w których czasy oczyszczania były znacznie krótsze i odwrotne dla badanych grup. Ryf i wsp. [35] stosował jednak innego rodzaju gumki, o właściwościach polerujących, a nie ściernych, co miało zdecydowany wpływ na uzyskane wyniki. W podobnych warunkach badania przeprowadzili również Krell i wsp. [36], którzy oceniali metody oczyszczania przy zastosowaniu frezu karbidowego i gumki ścierniej. W badaniach tych czas oczyszczania szkliwa był krótszy niż u Ryf i wsp. [35], a zbliżony do wyników badań własnych i wynosił średnio  $65,9 \pm 14,0$  s.

## 7. Podsumowanie i wnioski

- Czas oczyszczania szkliwa jest istotą zmienną leczenia ortodontycznymi aparatami stałymi. Zbyt długa procedura oczyszczania, ze względu na siłę tarcia, naraża ząb na podwyższenie temperatury zęba, a co za tym idzie, na przekrwienie miazgi i doprowadzenie do stanu zapalnego zarówno zęba, jak i przyzębia.
- W przeprowadzonym eksperymencie wykazano, że czynnikami mającymi wpływ na czas oczyszczania szkliwa był rodzaj zaczepu stosowanego podczas leczenia oraz narzędzie wykorzystywane do oczyszczania pozostałości materiału adhezyjnego.
- Ponieważ rodzaj zastosowanego narzędzia czyszczącego oraz rodzaj zastosowanych zamków ortodontycznych mają wpływ na efektywność oczyszczania szkliwa, informacja ta powinna być brana pod uwagę przez lekarza już na etapie planowania leczenia.

## Piśmiennictwo

- [1] Powers J. M., Messersmith M. L.: *Enamel etching and bond strength*. Orthod. Mat.: Scientific and Clinical Aspects, Brantley W. A., Eliades T., 2001, 105-122.
- [2] Øgaard B., Bishara S. E., Duschner H.: *Enamel effects during bonding-debonding and treatment with fixed appliances. Risk Management in Orthodontics: Experts' Guide to Malpractice*. Graber T. M., Eliades T., Athanasiou A. E., Quintessence Publishing Co., 2004, 19-46.
- [3] Reynolds I.R.: *A review of direct orthodontic bonding*. Br. J. Orthod., 1975, 2, 171-178.
- [4] Vicente A., Bravo L. A., Romero M., Ortiz A. J., Canteras M.: *Effects of 3 adhesion promoters on the shear bond strength of orthodontic brackets: An in-vitro study*. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop., 2006, 129, 390-395.
- [5] Ireland A. J., Hosein I., Sherriff M.: *Enamel loss at bond-up, debond and clean-up following the use of a conventional light-cured composite and a resin-modified glass polyalkenoate cement*. Eur. J. Orthod., 2005, 27, 413-9.
- [6] Ozcan M., Finnema K., Ybema A.: *Evaluation of failure characteristics and bond strength after ceramic and polycarbonate bracket debonding*. Eur. J. Orthod., 2008, 30, 176-82.
- [7] Ostman-Andersson E., Marcusson A., Horstedt P.: *Comparative SEM studies of the enamel surface appearance following the use of glass ionomer cement and a diacrylate resin for bracket bonding*. Swed. Dent. J., 1993, 17, 139-46.
- [8] Fitzpatrick D. A., Way D. C.: *The effects of wear, acid etching, and bond removal on human enamel*. Am. J. Orthod., 1977, 72, 671-81.
- [9] Gwinnett A. J., Gorelick L.: *Microscopic evaluation of enamel after debonding: clinical application*. Am. J. Orthod., 1977, 71, 651-65.
- [10] Brown C. R., Way D. C.: *Enamel loss during orthodontic bonding and subsequent loss during removal of filled and unfilled adhesives*. Am. J. Orthod., 1978, 74, 663-71.
- [11] Zachrisson B. U., Artun J.: *Enamel surface appearance after various debonding techniques*. Am. J. Orthod., 1979, 75, 121-37.
- [12] Rouleau B. D., Marshall G. W., Cooley R. O.: *Enamel surface evaluations after clinical treatment and removal of orthodontic brackets*. Am. J. Orthod., 1982, 81, 423-6.
- [13] Bennett C. G., Shen C., Waldron J. M.: *The effects of debonding on the enamel surface*. J. Clin. Orthod., 1984, 18, 330-4.
- [14] Mizrahi E., Smith D. C.: *Direct attachment of orthodontic brackets to dental enamel*. Br. Dent. J., 1971, 130, 392-6.
- [15] Ødegaard J., Segener D.: *Shear bond strength of metal brackets compared with a new ceramic bracket*. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop., 1988, 94, 201-6.



- [16] Campbell P. M.: *Enamel surfaces after orthodontic bracket debonding*. Angle Orthod., 1995, 65, 103-10.
- [17] Eminkahyagil N., Arman A., Çetinsahin A., Karabulut E.: *Effect of resin-removal methods on enamel and shear bond strength of rebonded brackets*. Angle Orthod., 2006, 76, 314-21.
- [18] Radlanski R. J.: *A new carbide finishing bur for bracket debonding*. J. Orofac. Orthop., 2001, 62, 296-304.
- [19] Brown C. R. L., Way D. E.: *Enamel loss during orthodontic bonding and subsequent loss during removal of filled and unfilled adhesives*. Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop., 1978, 74, 663-70.
- [20] Hong Y. H., Lew K. K. K.: *Quantitative and qualitative assessment of enamel surface following five composite removal methods after bracket debonding*. Eur. J. Orthod., 1995, 17, 121-8
- [21] Howell S., Weekes W. T.: *An electron microscopic evaluation of the enamel surface subsequent to various debonding procedures*. Aust. Dent J., 1990, 35, 245-52.
- [22] Smith S. C., Walsh L. J., Taverne A. A.: *Removal of orthodontic bonding resin residues by CO<sub>2</sub> laser radiation: surface effects*. J. Clin. Laser Med. Surg., 1999, 17, 13-8.
- [23] Sundfeld R. H., Rahal V., Croll T. P., De Alexandre R. S., Briso A. L.: *Enamel microabrasion followed by dental bleaching for patients after orthodontic treatment-case reports*. J. Esthet. Restor Dent., 2007, 19, 71-7.
- [24] Thomas B. W., Hook C. R., Draughn R. A.: *Laser-aided degradation of composite resin*. Angle Orthod. 1996, 66, 281-6.
- [25] Wright G. Z., Hatibovic-Kofman S., Millenaar D. W., Braverman I.: *The safety and efficacy of treatment with air abrasion technology*. Int. J. Paediatr. Dent., 1999, 9, 133-40.
- [26] Zarrinnia K., Eid N. M., Kehoe M. J.: *The effect of different debonding techniques on the enamel surface: an in vitro qualitative study*. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop., 1995, 108, 284-93.
- [27] Retief D. H., Denys F. R.: *Finishing of enamel surfaces after debonding of orthodontic attachments*. Angle Orthod., 1979, 49, 1-10.
- [28] Jung M., Eichelberger K., Klimek J.: *Surface geometry of four nanofiller and one hybrid composite after one-step and multiple-step polishing*. Oper. Dent., 2007, 32, 347-55.
- [29] Jung M.: *Surface roughness and cutting efficiency of composite finishing instruments*. Oper. Dent. 1997; 22, 98-104.
- [30] Koh. R., Neiva G., Dennison J., Yaman P.: *Finishing systems on the final surface roughness of composites*. J. Contemp. Dent. Pract., 2008, 138-45.
- [31] Türkün L. S., Türkün M.: *The effect of one-step polishing system on the surface roughness of three esthetic resin composite materials*. Oper. Dent., 2004, 29, 203-11.
- [32] Uçtasli M. B., Arisu H. D., Omürlü H. et al.: *The effect of different finishing and polishing systems on the surface roughness of different composite restorative materials*. J. Contemp. Dent. Pract., 2007, 8, 89-96.
- [33] Uysal T., Eldeniz A. U., Usumeş S., Usumeş A.: *Thermal changes in the pulp chamber during different adhesive clean-up procedures*. Angle Orthod., 2005, 75, 220-5.
- [34] Osorio R., Toledano M., Garcia-Godoy F.: *Bracket bonding with 15- or 60-second etching and adhesive remaining on enamel after debonding*. Angle Orthod. 1999, 69, 45-8.
- [35] Ryf S., Flury S., Palaniappan S., Lussi A., van Meerbeek B., Zimmerli B.: *Enamel loss and adhesive remnants following bracket removal and various clean-up procedures in vitro*. Eur. J. Orthod., 2012, 34, 25-32.
- [36] Krell K. V., Courey J. M., Bishara S.E.: *Orthodontic bracket removal using conventional and ultrasonic debonding techniques, enamel loss, and time requirements*. Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop., 1993, 103, 258-266.