

BARBARA ŁAPIŃSKA<sup>1, A, B, D, F</sup>, JERZY SOKOŁOWSKI<sup>1, E</sup>, LESZEK KLIMEK<sup>2, B, C</sup>,  
MONIKA ŁUKOMSKA-SZYMAŃSKA<sup>1, C, E, F</sup>

## Ocena zmian struktury i składu chemicznego ceramiki dwukrzemianu litu trawionej kwasem fluorowodorowym po zanieczyszczeniu śliną i zastosowaniu różnych metod oczyszczania powierzchni

### Surface Structure and Chemical Composition of Hydrofluoric Acid-Etched Lithium Disilicate Ceramic After Application of Different Cleaning Methods of Saliva Contamination Removal

<sup>1</sup> Zakład Stomatologii Ogólnej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Łódź, Polska

<sup>2</sup> Zakład Technik Dentystycznych, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Łódź, Polska

A – koncepcja i projekt badania, B – gromadzenie i/lub zestawianie danych, C – analiza i interpretacja danych, D – napisanie artykułu, E – krytyczne zrecenzowanie artykułu, F – zatwierdzenie ostatecznej wersji artykułu

#### Streszczenie

**Wprowadzenie.** Skuteczne oczyszczenie wewnętrznej powierzchni uzupełnień ceramicznych trawionej kwasem HF i zanieczyszczonej śliną podczas kontroli uzupełnienia, przed jego ostatecznym zacementowaniem, w jamie ustnej pacjenta decyduje o uzyskaniu trwałego połączenia ceramiki z cementem kompozytowym. Podawane w literaturze metody oczyszczania ceramiki mogą w różnym stopniu zmieniać retencyjną strukturę jej powierzchni i pośrednio wpływać na wytrzymałość połączenia ceramika–cement kompozytowy.

**Cel pracy.** Analiza struktury powierzchni ceramiki na bazie dwukrzemianu litu oraz zmian składu chemicznego jej powierzchni po zastosowaniu różnych metod oczyszczania wstępnie wytrawionej powierzchni ceramiki.

**Materiał i metody.** W badaniach wykorzystano ceramikę dwukrzemowo-litową IPS e.max Press® (Ivoclar Vivadent), z której wykonano próbki w kształcie dysków o średnicy 5 mm metodą tłoczenia. Powierzchnie próbek szlifowano papierami ściernymi 600C na mokro, piaskowano korundem szlachetnym i trawiono 9% kwasem fluorowodorowym (HF) w czasie 20 s. Po spłukaniu wytrawiacza i osuszeniu powierzchnie próbek zanieczyszczano śliną i ponownie spłukiwano wodą z dmuchawki wodno-powietrznej. Następnie próbki podzielono na grupy (n = 10) w zależności od sposobu oczyszczenia powierzchni ceramiki: czyszczenie kwasem ortofosforowym, ponowne trawienie HF, zastosowanie preparatu Ivoclean® (Ivoclar Vivadent) lub próbki bez dodatkowego oczyszczenia. Grupę kontrolną stanowiły próbki, których powierzchnia nie została zanieczyszczona śliną. Oceny zmian struktury powierzchni próbek ceramiki dokonano z użyciem elektronowego mikroskopu skaningowego sprzężonego z mikroanalizatorem rentgenowskim, co pozwoliło na przeprowadzenie analizy zmian składu chemicznego na powierzchni badanej ceramiki.

**Wyniki.** Trawienie HF skutkowało uzyskaniem znaczących zmian w morfologii jej powierzchni. Na podstawie analizy widm nie zaobserwowano różnic w składzie chemicznym powierzchni wstępnie trawionej ceramiki oraz po oczyszczeniu wstępnie trawionej powierzchni ceramiki (zanieczyszczonej śliną) z użyciem badanych metod oczyszczania powierzchni ceramiki dwukrzemowo-litowej.

**Wnioski.** Zastosowanie kwasu ortofosforowego, ponownego trawienia kwasem HF, pasty Ivoclean lub sprayu wodno-powietrznego może być skutecznym sposobem usuwania zanieczyszczeń z powierzchni ceramiki dwukrzemianu litu trawionej HF (Dent. Med. Probl. 2015, 52, 1, 71–77).

**Słowa kluczowe:** ceramika dwukrzemianu litu, zanieczyszczenie śliną, metody oczyszczania, spektrometria rentgenowska EDX.

## Abstract

**Background.** The effective removal of saliva contamination from HF-etched inner surface of ceramic restoration, after try-in procedure, is essential to ensure the reliable bond interface between ceramic and resin cement. Ceramic surface cleaning protocols may affect, to some degree, the retentive surface structure and change its chemical composition, influencing indirectly ceramic-resin cement bond strength.

**Objectives.** Analysis of changes in surface structure and chemical composition of lithium disilicate ceramics after applying different cleaning procedures on pre-etched ceramic surface.

**Material and Methods.** Specimens of lithium disilicate ceramics, IPS e.max Press® (Ivoclar Vivadent), were formed as discs of 5 mm in diameter, in heat-press technique. Surface of ceramic specimens were polished, sandblasted with 50 µ aluminium oxide and etched with 9% hydrofluoric acid (HF) for 20 s. Following rinsing off the etchant, specimens were contaminated with saliva and water-sprayed afterwards. Next, specimens were divided into groups of 10, depending on surface cleaning method, which included cleansing with phosphoric acid, re-etching with HF, using Ivoclean® universal cleaning paste or without any additional cleaning. Control group were specimens without saliva contamination. Ceramic samples' surface were examined using Scanning Electron Microscopy with Energy Disperse Spectrometer (SEM-EDS) system allowing to determine changes in their morphology and chemical composition.

**Results.** 9% HF acid etching of ceramics resulted in increasing the surface area. EDS analysis of ceramic surfaces showed no changes in chemical composition after using all tested methods of removing saliva contamination from lithium disilicate ceramic surface.

**Conclusions.** Using phosphoric acid, re-etching with HF, Ivoclean universal cleaning paste or water spray may be found effective in the removal of contamination from HF-etched lithium disilicate ceramic surface (**Dent. Med. Probl.** 2015, 52, 1, 71–77).

**Key words:** lithium disilicate ceramic, saliva contamination, cleaning methods, EDS X-ray spectrometry.

Wysoko wytrzymała ceramika szklana na bazie dwukrzemianu litu jest stosowana w stomatologii w wykonawstwie stałych pełnoceramicznych uzupełnień protetycznych, tj. licówek, wkładów koronowych (inlay, onlay, overlay), koron oraz mostów, jak również uzupełnień protetycznych na implantach. Swą odporność mechaniczną i wytrzymałość na pęknięcia zawdzięcza dużej ilości kryształów dwukrzemianu litu oraz ortofosforanu litu ułożonych w zwarte struktury i zatopionych w szklistej masie krzemionki [1, 2]. Uzyskanie trwałego połączenia tych uzupełnień z tkankami zęba za pomocą cementów kompozytowych zależy w dużej mierze od możliwości chemicznego wiązania ceramiki z żywicą za pośrednictwem silanu oraz uzyskania mikroretencyjnej struktury powierzchni ceramiki. Standardowo do przygotowania powierzchni ceramiki na bazie dwukrzemianu litu jest zalecane 20-sekundowe trawienie jej kwasem fluorowodorowym (HF). W praktyce klinicznej pojawia się problem oczyszczenia powierzchni trawionej ceramiki zanieczyszczonej śliną podczas kontroli uzupełnienia protetycznego przed jego ostatecznym zacementowaniem w jamie ustnej pacjenta. Wszelkie zanieczyszczenia wewnętrznej powierzchni uzupełnienia ceramicznego, w tym głównie zanieczyszczenie śliną, wpływają znacząco na zmniejszenie wytrzymałości połączenia cementu żywicznego z powierzchnią ceramiki [3–5]. Podawane w piśmiennictwie metody oczyszczania ceramiki mogą w różnym stopniu modyfikować jej powierzchnię i pośrednio wpływać na możliwość uzyskania trwałego połączenia ceramiki z materiałem kompozytowym [3, 6–9].

Celem pracy była ocena struktury powierzchni ceramiki dentystycznej na bazie dwukrzemianu litu oraz zmian składu chemicznego jej powierzchniowej warstwy po zastosowaniu różnych metod oczyszczania powierzchni ceramiki trawionej kwasem HF i zanieczyszczonej śliną.

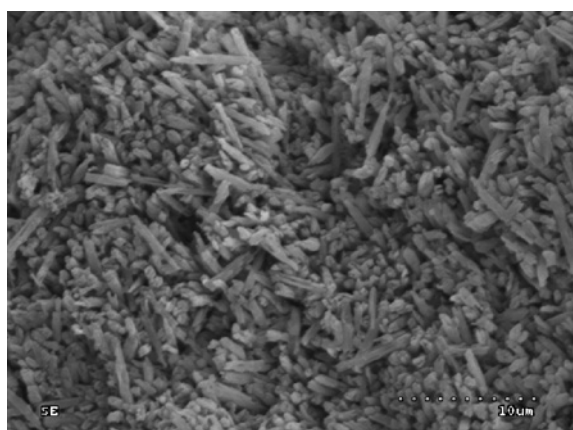
## Materiał i metody

Metodą tłoczenia wykonano próbki ceramiki szklanej na bazie dwukrzemianu litu IPS e.max® Press (Ivoclar Vivadent) w formie dysków o średnicy 5 mm i wysokości 3 mm. Powierzchnie próbek szlifowano papierami ściernymi 600C na mokro, piaskowano korundem szlachetnym o wielkości ziarna 50 µm i trawiono 9% kwasem fluorowodorowym (HF) Ultradent® Porcelain Etch (Ultradent) przez 20 s. Po spłukaniu wytrawiacza (w czasie 30 s) i osuszeniu powierzchni próbek zanieczyszczano śliną ludzką przez 60 s i ponownie spłukiwano wodą z dmuchawki wodno-powietrznej. Ślinę do kontaminacji próbek zbierano od jednej osoby, po 2 godzinach od spożycia posiłku. Następnie próbki podzielono na cztery grupy (n = 10) w zależności od zastosowanego sposobu oczyszczenia powierzchni ceramiki: 1) 60-sekundowe czyszczenie powierzchni 37% kwasem ortofosforowym (Total Etch®/Ivoclar Vivadent), 2) ponowne, 20-sekundowe, trawienie 9% kwasem HF (Porcelain Etch/Ultradent), 3) 20-sekundowe czyszczenie powierzchni uniwersalną pastą czyszczącą Ivoclean (Ivoclean™/Ivoclar Vivadent) oraz 4) płukanie wodą z dmuchawki wodno-powietrznej (bez dodatkowego oczyszczenia powierzchni).

Grupę kontrolną stanowiły próbki, których powierzchnia nie była zanieczyszczana śliną. Próbki zostały napyłone złotem, a następnie poddane analizie w mikroskopie skaningowym przez jednego operatora przy powiększeniu 3000-krotnym. Oceny struktury powierzchni ceramiki dokonano na podstawie analizy obrazów powierzchni próbek uzyskanych w elektronowym mikroskopie skaningowym (SEM), a badanie składu chemicznego powierzchniowej warstwy próbek przeprowadzono metodą mikroanalizy rentgenowskiej z dyspersją energii (EDS). Badania wykonano z użyciem mikroskopu Hitachi S-3000N (Hitachi) sprzężonego z mikroanalizatorem rentgenowskim firmy NORAN. Badania SEM-EDS wykonano w współpracy z Instytutem Inżynierii Materiałowej Politechniki Łódzkiej w listopadzie 2013 r.

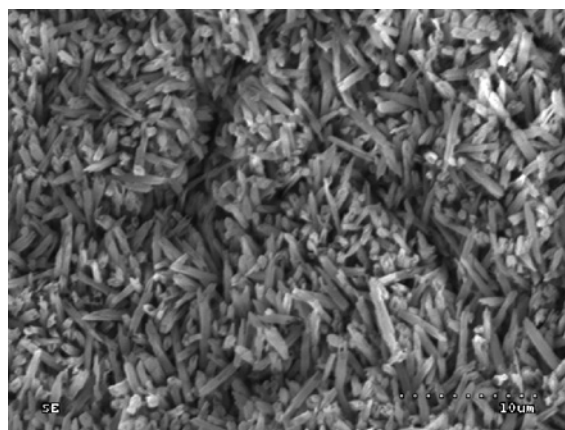
## Wyniki

Na podstawie badania SEM próbek kontrolnych zaobserwowano bardzo rozwiniętą powierzchnię ceramiki, z częściowo odsłoniętymi, gęsto ułożonymi kryształami o podłużnym kształcie, powstałą w wyniku trawienia silnym kwasem, jakim jest kwas fluorowodorowy, które spowodowało wybiórcze rozpuszczenie szklanej matrycy ceramiki (rycina 1). Uzyskane w badaniu własnym obrazy struktury powierzchni próbek poddanych różnym metodom oczyszczenia powierzchni są bardzo zbliżone (ryciny 2–5). Na podkreślenie zasługuje również, że bardzo podobną charakterystykę powierzchni zaobserwowano dla próbki z grupy kontrolnej.



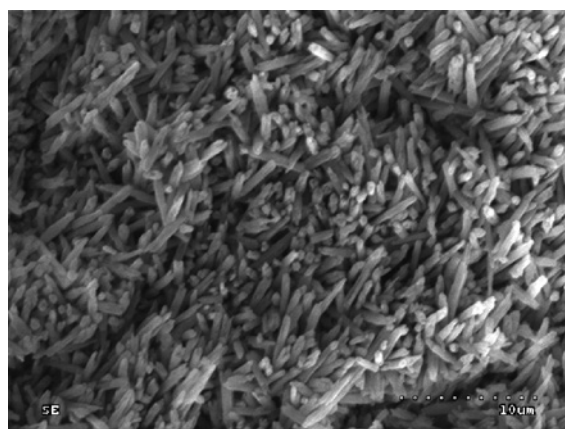
**Ryc. 1.** Obraz SEM powierzchni ceramiki dwukrzemianu litu poddanej piaskowaniu korundem szlachetnym ( $50 \mu\text{m Al}_2\text{O}_3$ ) i trawieniu 9% HF w czasie 20 s; pow. 3000  $\times$

**Fig. 1.** SEM of lithium disilicate ceramic surface after air-borne particle abrasion with  $50 \mu\text{m Al}_2\text{O}_3$  and etching with 9% hydrofluoric acid for 20 s; mag.  $\times 3000$



**Ryc. 2.** Obraz SEM powierzchni ceramiki dwukrzemianu litu piaskowanej i wstępnie trawionej 9% HF w czasie 20 s, a następnie zanieczyszczonej śliną, po 60-sekundowym oczyszczeniu 37% kwasem ortofosforowym; pow. 3000  $\times$

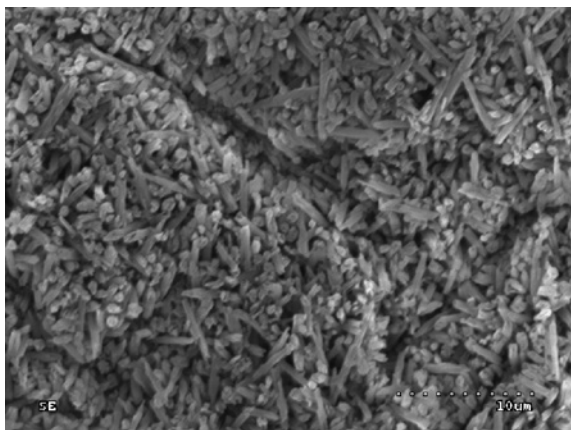
**Fig. 2.** SEM of lithium disilicate ceramic surface sandblasted and etched with 9% hydrofluoric acid for 20 s, contaminated with saliva and cleaned with 37% phosphoric acid for 60 s; mag.  $\times 3000$



**Ryc. 3.** Obraz SEM powierzchni ceramiki dwukrzemianu litu piaskowanej i wstępnie trawionej 9% HF w czasie 20 s, a następnie zanieczyszczonej śliną, po oczyszczeniu poprzez ponowne 20-sekundowe trawienie 9% HF; pow. 3000  $\times$

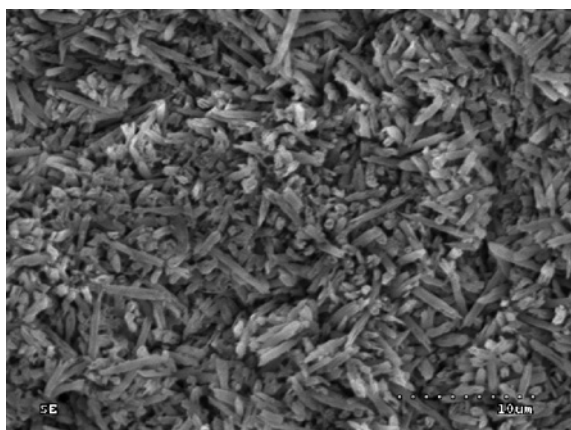
**Fig. 3.** SEM of lithium disilicate ceramic surface sandblasted and etched with 9% hydrofluoric acid for 20 s, contaminated with saliva and cleaned by re-etching with 9% HF for 20 s; mag.  $\times 3000$

W badaniu SEM-EDS przeprowadzono także ocenę składu chemicznego powierzchniowej warstwy próbek ceramiki. Na widmie EDS z próbki z grupy kontrolnej (rycina 6) są widoczne następujące pierwiastki: C, O, Na, Mg, Al, Si, K, Au. Sygnały pochodzące od Na i Mg są słabe, co sugeruje niewielką zawartość tych pierwiastków na powierzchni ocenianej próbki. Na wszystkich spektrogramach z powierzchni badanych próbek (grupy 1–4) oraz próbek kontrolnych można zaobserwować silne sygnały pochodzące od Si oraz O.



**Ryc. 4.** Obraz SEM powierzchni ceramiki dwukrzemianu litu piaskowanej i wstępnie trawionej 9% HF w czasie 20 s, a następnie zanieczyszczonej śliną, po 20-sekundowym oczyszczeniu pastą Ivoclean; pow. 3000 ×

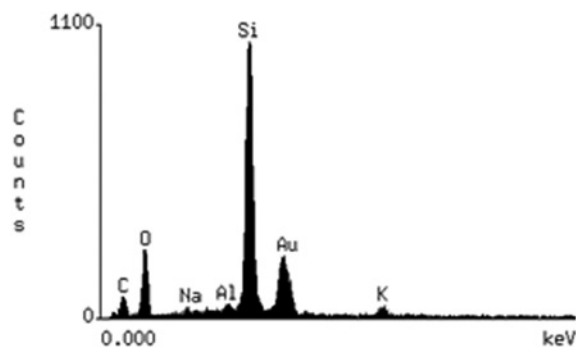
**Fig. 4.** SEM of lithium disilicate ceramic surface sandblasted and etched with 9% hydrofluoric acid for 20 s, contaminated with saliva and cleaned with Ivoclean cleaning paste for 20 s; mag. × 3000



**Ryc. 5.** Obraz SEM powierzchni ceramiki dwukrzemianu litu piaskowanej i wstępnie trawionej 9% HF w czasie 20 s, a następnie zanieczyszczonej śliną, po oczyszczeniu sprayem wodno-powietrznym; pow. 3000 ×

**Fig. 5.** SEM of lithium disilicate ceramic surface sandblasted and etched with 9% hydrofluoric acid for 20 s, contaminated with saliva and cleaned with water-air spray; mag. × 3000

Widoczne duże ilości Si oraz O prawdopodobnie pochodzą z mieszaniny tlenków tych pierwiastków będących składnikiem ocenianej ceramiki. Pojawienie się w widmach sygnału od Au w ocenianych próbkach jest związane z warstwą tego pierwiastka naporowaną na powierzchnię próbki. Różne nasilenie sygnału od C w poszczególnych próbkach może być wynikiem ich kontaminacji w SEM. Brak sygnału od P na ocenianych spektrogramach wynika z tego, iż sygnał dla pierwiastka pokrywa się z sygnałem od Au (rozdzielczość energetyczna detektora nie pozwala na rozdziele-



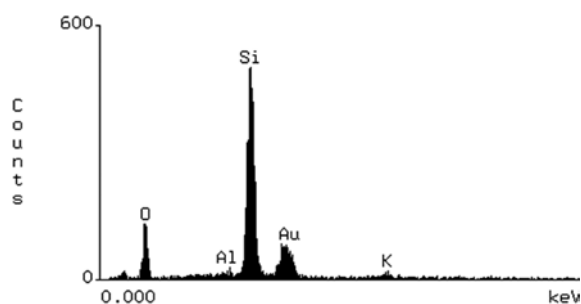
**Ryc. 6.** Spektrogram z powierzchni badanej ceramiki piaskowanej korundem szlachetnym (50 μm Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) i trawionej 9% HF w czasie 20 s

**Fig. 6.** Dispersive spectroscopic analysis of the ceramic surface after air-borne particle abrasion with 50 μm Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and etching with 9% hydrofluoric acid for 20 s

nie tych sygnałów). Ze względu na ograniczenia wynikające z zastosowanej metody badawczej nie zaobserwowano na spektrogramach sygnału od litu. Mikroanaliza rentgenowska metodą EDS wykrywa w najlepszym wypadku pierwiastki o liczbie atomowej większej niż 5 (od boru do uranu), lit natomiast ma liczbę atomową 3 i emitowane z niego promieniowanie ma energię, która jest pochłaniana przez okienko detektora.

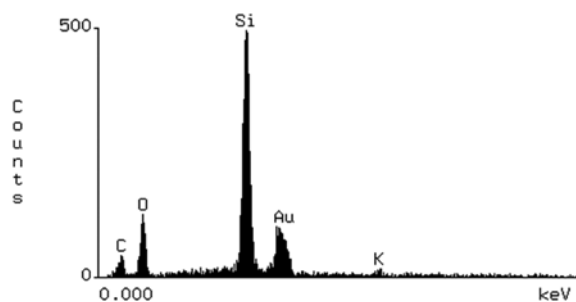
W grupie kontrolnej nie ma widocznych pozostałości ścierniwa po piaskowaniu, ponieważ kwas fluorowodorowy rozpuścił podłoże i nastąpiło usunięcie ścierniwa w wyniku płukania (przy słabej ich retencji do podłoża). Dla próbki z grupy kontrolnej nie zanotowano również sygnału od F, co może świadczyć o skutecznym usunięciu wytrawiacza (HF) z powierzchni badanej ceramiki podczas płukania sprayem wodno-powietrznym.

Skład pierwiastkowy powierzchniowej warstwy próbek, których powierzchnia była oczyszczana poprzez 20-sekundowe powtórne trawienie kwasem fluorowodorowym (grupa 2) oraz poprzez płukanie sprayem wodno-powietrznym (grupa 4) (rycina 8 i 10) jest bardzo zbliżony i podobny do uzyskanego dla próbki kontrolnej. Na spektrogramie z powierzchni próbki poddanej 60-sekundowemu oczyszczaniu kwasem ortofosforowym (grupa 1) oraz próbki oczyszczanej pastą Ivoclean (grupa 3) skład jakościowy pierwiastków jest podobny jak w przypadku pozostałych grup (C, O, Si, K, Au, Na, Mg, Al). Zaobserwowano natomiast zmiany ilościowe. Zawartość pierwiastków Na, Mg, Al jest bardzo niewielka w porównaniu do innych grup badanych i grupy kontrolnej (rycina 7 i 9). Nie zanotowano różnic w składzie pierwiastkowym między próbką kontrolną a próbkami, których powierzchnie oczyszczano, po kontaminacji śliną, poprzez 20-sekundowe powtórne trawienie kwasem fluorowodorowym (grupa 2) lub płukanie



**Ryc. 7.** Spektrogram z powierzchni badanej ceramiki piaskowanej korundem szlachetnym ( $50\ \mu\text{m}\ \text{Al}_2\text{O}_3$ ) i wstępnie trawionej 9% HF w czasie 20 s, a następnie zanieczyszczonej śliną, po 60-sekundowym oczyszczeniu 37% kwasem ortofosforowym

**Fig. 7.** Dispersive spectroscopic analysis of the ceramic surface after air-borne particle abrasion with  $50\ \mu\text{m}\ \text{Al}_2\text{O}_3$  and etching with 9% hydrofluoric acid for 20 s, contamination with saliva and cleaning with 37% phosphoric acid for 60 s



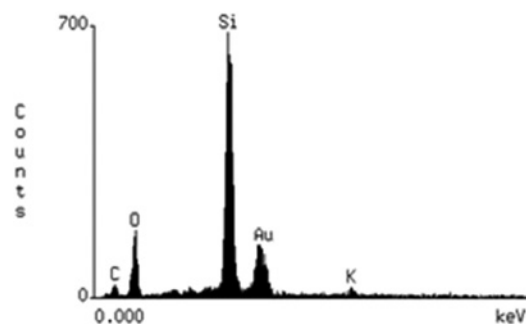
**Ryc. 8.** Spektrogram z powierzchni badanej ceramiki piaskowanej korundem szlachetnym ( $50\ \mu\text{m}\ \text{Al}_2\text{O}_3$ ) i wstępnie trawionej 9% HF w czasie 20 s, a następnie zanieczyszczonej śliną, po oczyszczeniu poprzez ponowne 20-sekundowe trawienie 9% HF

**Fig. 8.** Dispersive spectroscopic analysis of the ceramic surface after air-borne particle abrasion with  $50\ \mu\text{m}\ \text{Al}_2\text{O}_3$  and etching with 9% hydrofluoric acid for 20 s, contamination with saliva and cleaned by re-etching with 9% HF for 20 s

sprayem wodno-powietrznym (grupa 4). Świadczy to o braku wpływu tych metod (grupy 2 i 4) na skład chemiczny powierzchniowej warstwy ceramiki, a tym samym może pośrednio dowodzić ich skuteczności w usunięciu zanieczyszczenia śliną. Brak sygnałów od Na, Mg we wszystkich grupach badanych można tłumaczyć usunięciem tych pierwiastków podczas procesu trawienia kwasem fluorowodorowym.

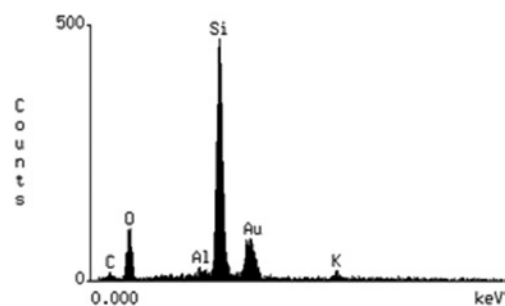
## Omówienie

Zastosowanie kwasu fosforowego jako sposobu oczyszczenia powierzchni ceramiki glinokrzemowej z precypitatów rozpuszczonej fazy szklanej powstałych po jej trawieniu kwasem fluorowodo-



**Ryc. 9.** Spektrogram z powierzchni badanej ceramiki piaskowanej korundem szlachetnym ( $50\ \mu\text{m}\ \text{Al}_2\text{O}_3$ ) i wstępnie trawionej 9% HF w czasie 20 s, a następnie zanieczyszczonej śliną, po oczyszczeniu pastą Ivoclean

**Fig. 9.** Dispersive spectroscopic analysis of the ceramic surface after air-borne particle abrasion with  $50\ \mu\text{m}\ \text{Al}_2\text{O}_3$  and etching with 9% hydrofluoric acid for 20 s, contamination with saliva and cleaning with Ivoclean cleaning paste



**Ryc. 10.** Spektrogram z powierzchni badanej ceramiki piaskowanej korundem szlachetnym ( $50\ \mu\text{m}\ \text{Al}_2\text{O}_3$ ) i wstępnie trawionej 9% HF w czasie 20 s, a następnie zanieczyszczonej śliną, po oczyszczeniu sprayem wodno-powietrznym

**Fig. 10.** Dispersive spectroscopic analysis of the ceramic surface after air-borne particle abrasion with  $50\ \mu\text{m}\ \text{Al}_2\text{O}_3$  and etching with 9% hydrofluoric acid for 20 s, contamination with saliva and cleaning with water-air spray

rowym zaproponował Magne [10]. W swoich badaniach ocenił tę metodę jako skuteczną w porównaniu z użyciem sprayu wodno-powietrznego lub myjki ultradźwiękowej. Użycie tej metody zaproponowano również do usuwania zanieczyszczenia śliną z powierzchni ceramiki [3]. Część autorów zaznacza, że usunięcie tego rodzaju zanieczyszczeń poprzez zastosowanie sprayu wodno-powietrznego lub kwasu fosforowego nie wpływa znacząco na wytrzymałość połączenia ceramiki glinokrzemowej z kompozytem [6]. Trawienie badanej ceramiki na bazie dwukrzemianu litu 9% kwasem fluorowodorowym skutkowało uzyskaniem znaczących zmian w morfologii jej powierzchni, związanych z rozpuszczeniem szklanej matrycy i odsłonięciem kryształów dwukrzemianu litu, które to zmiany stanowią o potencjal-

nych właściwościach retencyjnych badanej ceramiki. W badaniach Holand et al. [11] stwierdzili, że kryształy te są zbudowane z dwukrzemianu litu i stanowią główną fazę krystaliczną badanej ceramiki. Druga faza krystaliczna, mniej widoczna, jest zbudowana z ortofosforanu litu i znajduje się w matrycy szklanej oraz na kryształach dwukrzemianu litu. W badaniach własnych uzyskano obrazy SEM powierzchni trawionej ceramiki na bazie dwukrzemianu litu do tych uzyskanych przez Borges et al. [7]. Ponowne trawienie powierzchni ceramiki na bazie dwukrzemianu litu zanieczyszczanej śliną nie skutkowało dalszym rozwinięciem powierzchni tej ceramiki. Może to wynikać z niewielkiej, w porównaniu do ceramiki leucytowej, zawartości fazy szklanej, która uległa rozpuszczeniu podczas wstępnego trawienia powierzchni ceramiki kwasem fluorowodorowym. Brak znaczących różnic w obrazach SEM uzyskanych dla próbki kontrolnej oraz próbek wstępnie trawionej ceramiki na bazie dwukrzemianu litu po jej kontaminacji śliną i zastosowaniu różnych metod oczyszczania powierzchni może świadczyć o braku wpływu tych metod na strukturę powierzchni, a tym samym na wzór trawienia ocenianej ceramiki. Wyniki te są zgodne z doniesieniami innych autorów [8].

Prata et al. [9] oceniając przydatność sprayu wodno-powietrznego do usunięcia pasty Try-in (tymczasowej pasty mocującej) z powierzchni ceramiki na bazie dwukrzemianu litu, stwierdzili liczne zanieczyszczenia, jednak nie powodowało to pogorszenia wytrzymałości połączenia adhezyjnego. Zdolność do oczyszczania ceramiki na bazie dwukrzemianu litu poprzez kondycjonowanie jej powierzchni kwasem fosforowym pozostaje natomiast kwestią sporną. Część autorów potwierdza jego skuteczność w oczyszczaniu i dekontaminacji powierzchni ceramiki dwukrzemianu litu [12, 13].

Inni dowodzą, że zastosowanie kwasu fosforowego nie usuwa skutecznie zanieczyszczeń powstałych po trawieniu tej ceramiki kwasem fluorowodorowym [14]. Jednocześnie zaznacza się, że w przypadku ceramiki na bazie dwukrzemianu litu zanieczyszczenia powstałe na skutek rozpuszczania, pod wpływem kwasu fluorowodorowego, fazy szklanej są nieznaczne w porównaniu do ceramiki glinokrzemowej i związane z niewielkim udziałem fazy szklanej w tej ceramice. Klosa et al. [8] stwierdzili, że zarówno zastosowanie kwasu fosforowego, jak i ponowne trawienie kwasem fluorowodorowym skutecznie oczyszcza powierzchnię ceramiki dwukrzemowo-litowej ze śliny. W badaniach Prata et al. [9] stwierdzono natomiast występowanie licznych zanieczyszczeń mimo zastosowania kwasu fosforowego, co jednak nie wpłynęło istotnie na wytrzymałość połączenia adhezyjnego ocenianego testem „push out”. W badaniach własnych w celu usunięcia zanieczyszczenia śliną z powierzchni badanej ceramiki zastosowano także pastę czyszczącą Ivoclean. Pasta zawiera silnie alkaliczną zawiesinę cząstek tlenku cyrkonu, które wiążą zanieczyszczenia fosforanowe na powierzchni ceramiki i jest zalecana do oczyszczania powierzchni zarówno ceramiki szklanej na bazie dwukrzemianu litu, jak i ceramiki cyrkonowej [15]. Na podstawie analizy widm EDS nie zaobserwowano znaczących różnic w składzie chemicznym powierzchniowej warstwy ceramiki dwukrzemowo-litowej trawionej kwasem HF oraz trawionej kwasem HF i po zanieczyszczeniu śliną oczyszczonej kwasem ortofosforowym, poprzez ponowne trawienie kwasem HF, pastą Ivoclean czy też sprayem wodno-powietrznym. Wyniki badań mogą dowodzić podobnej skuteczności danych metod w usuwaniu zanieczyszczenia śliną z powierzchni wstępnie trawionej ceramiki dwukrzemowo-litowej.

### Piśmiennictwo:

- [1] DEJAK B., KACPRZAK M., SULIBORSKI B., ŚMIELAK B.: Structure and some properties of dental ceramics used in all-ceramics restorations based on literature. *Protet. Stomatol.* 2006, 54, 471–477 [in Polish].
- [2] NIEWIADOMSKI K., SZCZEPANIK A.: IPS Empress 2-new possibilities for aesthetic dental restorations. *Stom. Współcz.* 1999, 2, 32–39 [in Polish].
- [3] ABOUSH Y.E.: Removing saliva contamination from porcelain veneers before bonding. *J. Prosthet. Dent.* 1998, 80, 649–653.
- [4] BISHARA E.S., 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, 554–557.
- [5] NICHOLLS J.L.: Tensile bond strength of resin cements to porcelain veneers. *J. Prosthet. Dent.* 1988, 60, 443–446.
- [6] SWIFT B., WALLS A.W., MCCABE J.F.: Porcelain veneers: the effects of contaminants and cleaning regimens on the bond strength of porcelain to composite. *Br. Dent. J.* 1995, 179, 203–208.
- [7] BORGES G.A., SOPHR A.M., DE GOES M.F., SOBRINHO L.C., CHAN D.C.N.: Effect of etching and airborne particle abrasion on the microstructure of different dental ceramics. *J. Prosthet. Dent.* 2003, 89, 479–488.
- [8] KLOSA K., WOLFART S., LEHMANN F., WENZ H.J., KERN M.: The effect of storage conditions, contamination modes and cleaning procedures on the resin bond strength to lithium disilicate ceramic. *J. Adhes. Dent.* 2009, 11, 127–135.
- [9] PRATA R.A., DE OLIVEIRA V.P., DE MENEZES F.C., BORGES G.A., DE ANDRADE O.S., GONÇALVES L.S.: Effect of “Try-in” paste removal method on bond strength to lithium disilicate ceramic. *J. Dent.* 2011, 39, 863–870.

- [10] MAGNE P., CASCIONE D.: Influence of post-etching cleaning and connecting porcelain on the microtensile bond strength of composite resin to feldspathic porcelain. *J. Prosthet. Dent.* 2006, 96, 354–361.
- [11] HOLAND W., SCHWEIGER M., FRANK M., RHEINBERGER V.: A comparison of the microstructure and properties of the IPS Empress 2 and the IPS Empress glass-ceramics. *J. Biomed. Mater. Res.* 2000, 53, 297–303.
- [12] PHARK J.H., DUARTE S. JR., KAHN H., BLATZ M.B., SADAN A.: Influence of contamination and cleaning on bond strength to modified zirconia. *Dent. Mater.* 2009, 25, 1541–1550.
- [13] QUAAS A.C., YANG B., KERN M.: Panavia F 2.0 bonding to contaminated zirconia ceramic after different cleaning procedures. *Dent. Mater.* 2007, 23, 506–512.
- [14] BELLI R., GUIMARAES J.C., FILHO A.M., VIEIRA L.C.C.: Post etching cleaning and resin/ceramic bonding: micro-tensile bond strength and EDX analysis. *J. Adhes. Dent.* 2010, 12, 295–303.
- [15] Ivoclar Vivadent AG, Ivoclean Scientific Documentation, <http://www.ivoclarvivadent.com/en/products/luting-material/accessories/ivoclean>.

### Adres do korespondencji

Barbara Łapińska  
Zakład Stomatologii Ogólnej  
Uniwersytet Medyczny w Łodzi  
ul. Pomorska 251  
92-213 Łódź  
tel.: +48 42 675 74 61  
e-mail: barbara.lapinska@umed.lodz.pl

Konflikt interesów: nie występuje.

Praca wpłynęła do Redakcji: 29.05.2014 r.

Po recenzji: 21.07.2014 r.

Zaakceptowano do druku: 2.09.2014 r.

Received: 29.05.2014

Revised: 21.07.2014

Accepted: 2.09.2014