

Wpływ opracowania mechanicznego na strukturę powierzchni ceramiki dwukrzemowo-litowej

Influence of mechanical correction on surface structure of lithium disilicate ceramic material

Piotr Okoński¹, Emilia Milczarek², Marta Szulc², Dariusz Rudnik³

¹ Katedra Protetyki Stomatologicznej Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego
Kierownik: prof. dr hab. E. Mierzwińska-Nastalska

² Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze Protetyki Stomatologicznej Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego

³ Instytut Transportu Samochodowego
Kierownik: dr hab. inż. M. Ślęzak

HASŁA INDEKSOWE:

glazuruwanie, polerowanie ceramiki, dwukrzemian litu, CAD/CAM

KEY WORDS:

glazing, polishing of ceramic materials, lithium disilicate, CAD/CAM

Streszczenie

Wstęp. Bardzo dobra trwałość i korzystne właściwości estetyczne materiałów ceramicznych sprawiają, iż są one szeroko stosowane w stomatologii. Konieczność przeprowadzania korekt powierzchni okluzyjnych uzupełnień ceramicznych może prowadzić do znacznego uszkodzenia ich powierzchni.

Cel badań. Ocena zmian w strukturze powierzchni ceramiki szklanej dwukrzemowo-litowej pod wpływem opracowania mechanicznego.

Material i metody. Badanie przeprowadzono na próbkach wykonanych w technologii CAD/CAM z ceramiki dwukrzemowo-litowej. Próbkę poddano skrawaniu wiertłem diamentowym. Następnie korygowane powierzchnie polerowano przy użyciu metod najczęściej stosowanych przez klinicystów: zestawu polerującego do ceramiki z diamentową pastą polerską oraz standardowej gumki polerującej. Tak opracowane powierzchnie oceniono przy użyciu badania profilu powierzchni oraz mikroskopu skaningowego.

Wyniki. Na podstawie przeprowadzonych

Summary

Introduction. Due to good permanence and beneficial aesthetic properties dental ceramic materials are at present widely applied in dentistry. The final ceramic restoration often needs the correction of occlusive areas, which may lead to impairment of its surface.

Aim of the study. To evaluate changes in the surface structure of lithium disilicate ceramic materials under the influence of the mechanical processing.

Materials and methods. The study was performed on samples made of lithium disilicate ceramic in the CAD/CAM technology. Samples were subjected to cutting with diamond bur. Then adjusted surfaces were polished with the most common methods used by clinicians: a conventional rubber cup and professional polishing kit for dental ceramic with diamond paste. Specimens so fabricated were evaluated with surface profile searching and scanning microscope. On the basis of the obtained results statistical analysis was performed.

badań stwierdzono, iż skrawanie wiertłem diamentowym w znaczący sposób uszkadzało powierzchnię ceramiki dwukrzemowo-litowej. Polerowanie standardową gumką do kompozytu jedynie w nieznacznym stopniu wpływało na poprawę jakości powierzchni. Satisfakcjonujący efekt otrzymano po obróbce mechanicznej zestawem gumek do porcelany z użyciem diamentowej pasty polerskiej.

Wnioski. W przypadku uzupełnień protetycznych wykonanych z dwukrzemianu-litu, których struktura została uszkodzona wiertłem diamentowym, możliwe jest uzyskanie akceptowalnej klinicznie gładkiej powierzchni, pod warunkiem zastosowania odpowiednich narzędzi i materiałów do polerowania ceramiki. Proces ten może być z powodzeniem przeprowadzony przez lekarza w warunkach gabinetu stomatologicznego.

Wstęp

Ceramiki dentystyczne są od stuleci z powodzeniem stosowane w stomatologii. Wykonuje się z nich wkłady koronowe, licówki, korony a także mosty w zakresie całego łuku zębowego. Materiały ceramiczne pozwalają osiągać doskonałą estetykę uzupełnień protetycznych, posiadają wysoką trwałość a także korzystne właściwości mechaniczne i optyczne (1). W przednim odcinku łuku zębowego znajdują zastosowanie uzupełnienia protetyczne wykonywane z ceramik szklanych (ryc. 1). W 1998 r. firma



Ryc. 1. Korony całoceramiczne z ceramiki dwukrzemowo-litowej.

Results. The study revealed that adjustment with diamond bur significantly impaired the superficial structure of ceramic restorations. Polishing with a standard rubber cup only slightly improved the surface quality. A satisfying effect was obtained with dental ceramic polishing kit with diamond polishing paste.

Conclusions. It can be firmly concluded that it is possible to attain a clinically acceptable smooth surface of lithium disilicate ceramic material by glaze, as well as by polishing at the chairside.

Ivoclar Vivadent (Liechtenstein), zaprezentowała materiał ceramiczny IPS Empress 2, składający się w 60% z pryzmatycznych kryształów dwukrzemianu litu, tworzących wydłużone ziarna długości 0,5-5µm, rozproszone w macierzy szklanej. Wytrzymałość na zginanie tego typu ceramiki jest znacząco wyższa w porównaniu do konwencjonalnej ceramiki skaleniowej i wynosi ok. 350 MPa (2). Zakres wskazań dla ceramiki dwukrzemowo-litowej poszerzony jest o możliwość wykonywania trójczłonowych mostów w odcinku przednim łuku zębowego. Długość przęsła w konstrukcjach wykonanych z tego materiału nie powinna przekraczać 11 mm w odcinku przednim i 9 mm w odcinku bocznym łuku zębowego. Proces wytwarzania uzupełnień z ceramiki dwukrzemowo-litowej, polega na połączeniu techniki traconego wosku z techniką tłoczenia ciśnieniowego, w celu uzyskania szczelności brzeżnej uzupełnień protetycznych jak i odpowiedniej wytrzymałości mechanicznej. Do licowania tak wykonanych uzupełnień stosuje się porcelany

wykonane ze szkła ceramicznego z kryształami fluoroapatytu.

Obecnie materiał Empress 2 po modyfikacjach jest elementem składowym systemu IPS e-max firmy Ivoclar-Vivadent (Liechtenstein). W systemie tym ceramika szklana dwukrzemowo-litowa może być przetwarzana w tradycyjnej technologii tłoczenia (IPS e-max Press) oraz w technologii CAD/CAM (IPS e-max CAD), w wersji gabinetowej, kompatybilnej z urządzeniami pozwalającymi na wewnątrzustne skanowanie opracowanych filarów oraz frezowanie bloków ceramicznych w celu uzyskania pełno konturowego uzupełnienia, które następnie poddawane jest krystalizacji w piecu do ceramiki. Podobne bloki ceramiczne są również produkowane dla laboratoriów techniki dentystycznej. Wówczas proces frezowania ceramiki odbywa się poza gabinetem a uzupełnienie ceramiczne może być wykonane na podstawie cyfrowego skanu opracowanych filarów w jamie ustnej, jak i na podstawie tradycyjnie wykonanego wycisku silikonowego. Gotowe pełnokonturowe uzupełnienie powinno być wstępnie wygładzone wiertłami diamentowymi a następnie pokryte warstwą glazury. Możliwe jest również jedynie mechanicznie wypolerowanie powierzchni do uzyskania wysokiej gładkości i optymalnego efektu estetycznego. Polerowanie ceramiki jest również konieczne w sytuacji gdy wykonana została korekta okluzyjna gotowego uzupełnienia protetycznego, prowadząca do uszkodzenia powierzchni ceramiki i zwiększenia jej chropowatości, co z kolei może wpływać na zwiększone ścieranie szkliwa zębów przeciwstawnych i zwiększoną akumulację płytki bakteryjnej (3). W przypadku gdy uzupełnienie protetyczne nie zostało jeszcze zacementowane na zębach filarowych możliwe jest również ponowne nałożenie warstwy glazury po procesie polerowania. W tym celu odbudowę należy odesłać do laboratorium, co może wydłużać proces leczniczy oraz zwiększać ryzyko przenoszenia zakażeń krzyżowych (4).

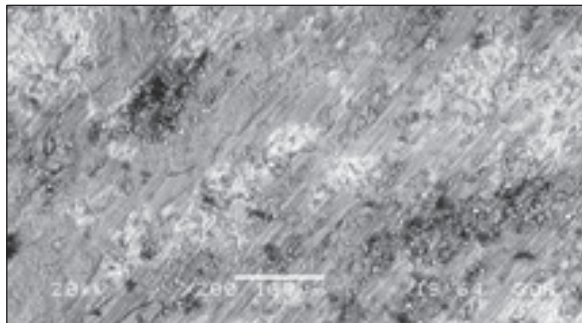
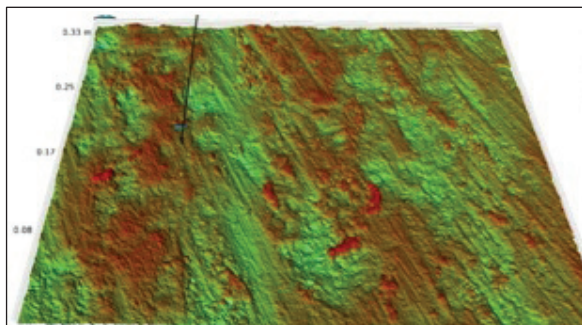
Rozwiązanie to nie jest możliwe do zastosowania podczas czasem koniecznej, korekty uzupełnienia ceramicznego zacementowanego już wcześniej w jamie ustnej. W takiej sytuacji możliwe jest jedynie wykonanie polerowania korygowanej powierzchni dostępnymi narzędziami i materiałami do końcowej obróbki ceramiki, pozwalającymi uzyskać satysfakcjonujący efekt funkcjonalny i estetyczny.

Cel pracy

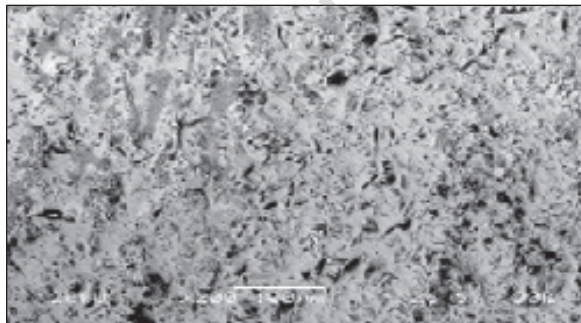
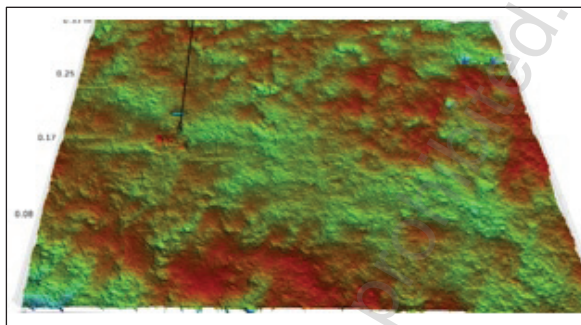
Celem pracy była ocena wpływu obróbki mechanicznej ceramiki dwukrzemowo-litowej na strukturę jej powierzchni oraz ocena gładkości badanej ceramiki po zastosowaniu różnych metod polerowania.

Materiał i metody

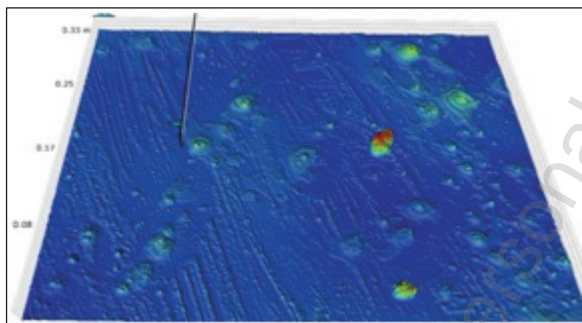
Materiał w badaniach stanowiło łącznie 30 próbek o wymiarach 10mm x 10mm i grubości 2 mm, wykonanych w technologii CAD/CAM z ceramiki dwukrzemowo-litowej (e.max CAD, Ivoclar Vivadent – Liechtenstein). Próbę kontrolną stanowiły próbki ceramiki z powierzchnią przygotowaną poprzez glazurowanie. Dla upodobnienia do warunków klinicznych, badane próbki poddano 10 sekundowemu skrawaniu wiertłem diamentowym o nasypie z kodem czerwonym. Następnie, uszkodzone powierzchnie polerowano przy użyciu różnych metod. Część próbek polerowana była zestawem dwóch gumek do kompozytu (Kenda – Liechtenstein) po 30 sekund każdą z gumek oraz zestawu polerującego do ceramiki z diamentową pastą polerską (Shofu – Japonia) – również po 30 sekund każdą z gumek (łącznie 1 min.). Tak przygotowane próbki oceniano przy użyciu mikroskopu skaningowego oraz poddano analizie profilu powierzchni. Otrzymane wyniki badań poddano analizie statystycznej ANOVA.



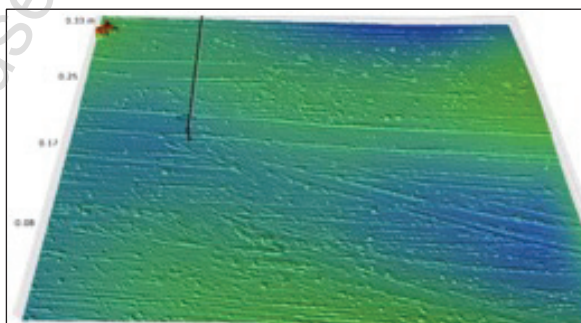
Ryc. 2. Ceramika dwukrzemowo-litowa, e.max CAD – profil powierzchni oraz zdjęcie z mikroskopu skaningowego po korekcje wiertłem diamentowym.



Ryc. 3. Ceramika dwukrzemowo-litowa, e.max CAD – profil powierzchni oraz zdjęcie z mikroskopu skaningowego po polerowaniu gumkami do kompozytu.



Ryc. 4. Ceramika dwukrzemowo-litowa, e.max CAD – profil powierzchni oraz zdjęcie z mikroskopu skaningowego po polerowaniu gumkami do ceramik.



Ryc. 5. Ceramika dwukrzemowo-litowa, e.max CAD – profil powierzchni oraz zdjęcie z mikroskopu skaningowego po glazurowaniu.

Wyniki

Skrawanie wiertłem diamentowym doprowadziło do znacznego uszkodzenia powierzchni badanej ceramiki. Powstałe rozwinięcie powierzchni stworzyło niekorzystną sytuację z punktu widzenia klinicznego, która może być przyczyną nadmiernego ścierania zębów przeciwstawnych oraz może mieć wpływ na wytrzymałość mechaniczną ceramiki w tej okolicy (ryc. 2). Polerowanie gumkami do kompozytu jedynie w nieznacznym stopniu wpłynęło na poprawę jakości powierzchni ceramiki. Uzyskano jedynie obniżenie największych nierówności z pozostawieniem wyraźnie widocznych uszkodzeń dokonanych wiertłem diamentowym (ryc. 3).

Znacząco lepszy efekt otrzymano po obróbce mechanicznej powierzchni ceramiki dwukrzemowo-litowej zestawem gumek do porcelany wraz z diamentową pastą polerską (ryc. 4). Udało się usunąć wszelkie nierówności a osiągnięta struktura powierzchni była optycznie lepsza od efektu uzyskanego w grupie kontrolnej, w której próbki były glazurowane w piecu do ceramiki (ryc. 5).

Wyniki oceny zdjęć znalazły odzwierciedlenie również w wykonanej analizie statystycznej (Kruskal – Wallis Test). Użycie diamentu do obróbki pogarszało jakość powierzchni w sposób istotny statystycznie ($p = 0,0013$, tabela. I). Polerowanie za pomocą zestawu gumek przeznaczonych do ceramik pozwalało osiągnąć pozytywne wyniki, różniące się istotnie statycznie w porównaniu do pozostałych grup (ryc. 6).

Dyskusja

Całoceramiczne uzupełnienia protetyczne wykonane z dwukrzemianu-litu mogą być z powodzeniem stosowane zarówno w przednim, jak i bocznym odcinku łuku zębowego. Mogą one być wytwarzane zarówno w technologiach tłoczenia ceramiki, jak i frezowania uzupełnień

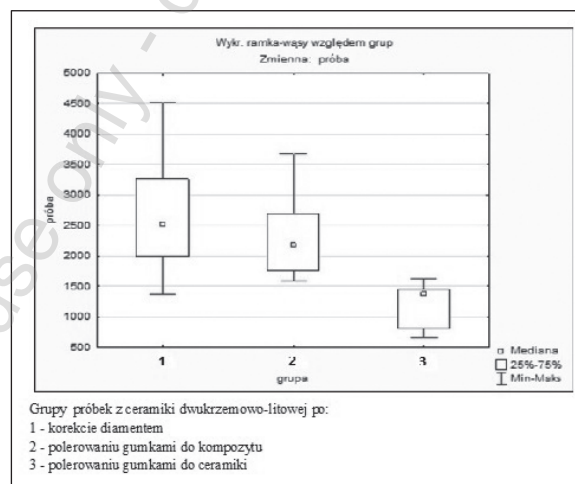
Tabela I. Wyniki analizy profilu powierzchni po obróbce mechanicznej próbek z ceramiki dwukrzemowo-litowej

	ED	EK	EP
ED		0,459619	3,358757
EK	0,459619		2,899138
EP	3,358757	2,899138	

ED – ceramika dwukrzemowo-litowa po korekcie diamentem,

EK – ceramika dwukrzemowo-litowa po polerowaniu gumkami do kompozytu,

EP – ceramika dwukrzemowo-litowa po polerowaniu gumkami do ceramiki.



Ryc. 6. Wyniki analizy profilu powierzchni po obróbce mechanicznej dla grup próbek wykonanych z ceramiki dwukrzemowo-litowej – wykres.

pełno konturowych w technikach CAD/CAM. W tym drugim przypadku uzupełnienia protetyczne mogą być wytworzone nie tylko w laboratorium techniki dentystycznej ale również w gabinecie stomatologicznym. Końcowa obróbka gotowego uzupełnienia polegać będzie wówczas na polerowaniu przy użyciu specjalnych gumek i past polerskich do ceramiki.

Opcjonalnie może być również użyty piec do ceramiki pozwalający na nałożenie warstwy glazury, podobnie jak jest to wykonywane w laboratorium. Z klinicznego punktu widzenia prawidłowe przygotowanie powierzchni uzupełnienia całoceramicznego będzie miało znaczący wpływ na jego trwałość oraz końcowy efekt estetyczny i funkcjonalny (5, 6). Struktura powierzchni uzupełnienia ceramicznego jak i rodzaj zastosowanej ceramiki, będą wpływały również na stopień ścierania się zębów przeciwnych pozostających w kontakcie z tym uzupełnieniem (8).

Ceramika dwukrzemowo-litowa charakteryzuje się ścieralnością zbliżoną do szkliva zębów naturalnych, co uważane jest z bardzo korzystną cechą tego materiału (11). Badania wskazują na bardziej abrazyjny wpływ ceramik pokrytych warstwą glazury w porównaniu do poddanych procesowi dokładnego polerowania (10). W obrazie mikroskopowym ceramiki glazurowane powodują powstawanie dużych nieregularności na powierzchni startego szkliva, podczas gdy ceramiki polerowane ścierają szklivo pozostawiając gładką powierzchnię (9).

W przeprowadzonych badaniach próbek z ceramiki dwukrzemowo-litowej uzyskano bardzo dobre efekty wygładzenia jej powierzchni poprzez polerowanie odpowiednio dobranym zestawem narzędzi. Polerowanie próbek gumkami do kompozytów nie przynosiło zadowalających efektów wygładzenia powierzchni. Zastosowanie zestawów polerskich dedykowanych do obróbki ceramiki wraz ze specjalnymi pastami, przyniosło bardzo dobry efekt wygładzenia próbek ceramiki. Analiza struktury oraz zdjęcia z mikroskopu skaningowego wykazały również lepszą jakość powierzchni próbek polerowanych niż glazurowanych. Potwierdza to rezultaty osiągnięte w innych badaniach, w których oceniano możliwość polerowania ceramik szklanych stosowanych w technologiach CAD/CAM (18, 19). Ma to ogromne znaczenie

z klinicznego punktu widzenia, pozwala bowiem na stosowanie uzupełnień całoceramicznych bez konieczności ich glazurowania w laboratorium oraz umożliwia poprawienie jakości struktury ceramiki po korekcie okluzyjnej zacementowanych uzupełnień. Wskazane również wydaje się okresowe polerowanie konstrukcji protetycznych wykonanych z ceramik szklanych podczas wizyt kontrolnych, w celu utrzymania ich gładkości w długim czasie funkcjonowania w jamie ustnej.

Struktura powierzchni uzupełnienia ceramicznego ma wpływ również na stan tkanek przyzębia. W badaniach *in vitro* zaobserwowano, iż w przypadku ceramiki dwukrzemowo-litowej powierzchnie polerowane mogą być lepiej tolerowane przez tkanki miękkie niż te, które były poddane glazurowaniu po procesie frezowania (20). W badaniu na kulturach tkankowych nabłonka pochodzenia zwierzęcego otrzymano znacznie lepszą adhezję komórek do ceramiki dwukrzemowo-litowej polerowanej niż do glazurowanej. Stwierdzono również, iż powierzchnie polerowane ceramik szklanych wykazują mniejszą adhezję komórek bakteryjnych odpowiedzialnych za procesy zapalne w obrębie przyzębia, co sprzyja utrzymaniu bardzo dobrego stanu tkanek dziąsłowych wokół koron wykonanych z tego typu ceramiki (12, 14). Gładkość powierzchni polerowanych zmniejsza również przyleganie płytki bakteryjnej (14, 15) ułatwiając ich oczyszczanie w jamie ustnej. Powierzchnie ceramik o dużej gładkości mają również mniejsze napięcie powierzchniowe i tym samym ograniczają formowanie się złogów nad i poddziąsłowych wokół koron wykonanych z tych materiałów (17).

Jakość powierzchni ceramiki ma również wpływ na jej odporność na przebarwienia podczas użytkowania (21, 22). Szorstkie powierzchnie są bardziej podatne na chłonięcie zewnętrznych barwników powodujących trwałe przebarwienia (23, 24). Gładkość polerowanych

oraz glazurowanych powierzchni ceramik, ma też korzystny wpływ na postrzeganie ich jasności oraz koloru w porównaniu do powierzchni szorstkich. Jest to związane z ich właściwościami rozpraszania światła.

Wnioski

Uzupełnienia protetyczne pełnokonturowe z ceramiki dwukrzemowo-litowej, wykonane w procesie frezowania w technologii CAD/CAM, jak również wykonane poprzez tłoczenie, powinny być wstępnie wypolerowane odpowiednimi narzędziami przed nałożeniem warstwy glazury.

Proces polerowania ceramiki dwukrzemowo-litowej pozwala na osiągnięcie lepszej gładkości powierzchni niż samo nałożenie warstwy glazury.

Wykonanie korekty powierzchni ceramicznego uzupełnienia protetycznego wiertłem diamentowym, w sposób istotny wpływa na uszkodzenie jego struktury. Niezbędne jest zatem każdorazowe przeprowadzenie właściwego opracowania końcowego, polegającego na jego starannym wypolerowaniu i ewentualnym ponownym nałożeniu warstwy glazury.

Efekt gładkiej powierzchni ceramiki poprzez polerowanie można osiągnąć stosując dedykowane gumki do ceramiki, szczoteczki diamentowe czy krążki ścierne, które w połączeniu z pastami polerskimi, pozwalają na uzyskanie odpowiednio gładkiej, akceptowalnej klinicznie powierzchni. Szczególnie w przypadku uzupełnień całoceramicznych wykonanych z ceramiki dwukrzemowo-litowej, proces polerowania może być z powodzeniem przeprowadzony w warunkach gabinetu stomatologicznego.

Dodatkowe glazurowanie może być konieczne jedynie w miejscach, w których ze względów estetycznych istnieje potrzeba odtworzenia indywidualnej charakterystyki powierzchni po korekcie klinicznej.

Piśmiennictwo

1. *Mierzwińska-Nastalska E., Szczyrek P.*: Uzupełnienia ceramiczne. Postępowanie kliniczne i wykonawstwo laboratoryjne, Med Tour Press International, 2011, 11-39.
2. *Spiechowicz E.*: Protetyka stomatologiczna. Podręcznik dla studentów, PZWL wyd. VI, 2008, 15-22.
3. *Owen S., Reaney D., Newsome P.*: Finishing and polishing porcelain surfaces chairside. International Dentistry – Australasian Edition 2010, 6, 68-73.
4. *Sarikaya I., Güler A.U.*: Effects of different polishing techniques on the surface roughness of dental porcelains. J. Appl. Oral Sci., 2010, 18, 10-16.
5. *Al-Wahadni A., Martin D.M.*: Glazing and finishing dental porcelain: a literature review. J. Can. Dent. Assoc., 1998, 64, 580-583.
6. *Raimondo R.L., Richardson J.T., Wiedner B.*: Polished versus autoglazed dental porcelain. J. Dent. Res., 1990, 64, 553-557.
7. *Flury S., Peutzfeldt A., Lussi A.*: Influence of surface roughness on mechanical properties of two computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM) ceramic materials. Operative Dentistry, 2012, 37, 617-624.
8. *Hmaidouch R., Weigl P.*: Tooth wear against ceramic crowns in posterior region: a systematic literature review. International Journal of Oral Science, 2013, 183-190.
9. *Heintze S.D., Cavalleri A., Forjanic M., Zellweger G., Rousson V.*: Wear of ceramic and antagonist – a systematic evaluation of influencing factors in vitro. Dent. Mater., 2008, 24, 443-449.
10. *Al-Wahadni A.M., Martin D.M.*: An in vitro investigation into the wear effects of glazed, unglazed and refinished dental porcelain on an opposing material. J. Oral Rehabil., 1999, 26, 538-546.
11. *Oh W.S., Delong R., Anusavice K.J.*: Factors

- affecting enamel and ceramic wear: a literature review. *J. Prosthet. Dent.*, 2002, 87, 451-459.
12. *Kawai K., Urano M., Ebisu S.*: Effect of surface roughness of porcelain on adhesion of bacteria and their synthesizing glucans. *J. Prostet. Dent.*, 2000, 83, 664-667.
13. *Litonjua A., Cabanilla L.L., Abbott L.J.*: Plaque formation and marginal gingivitis associated with restorative materials. *Compendium Contin Educ. Dent.*, 2011, 32, 24-30.
14. *Hauser-Gerspach I., Meier R., Lüthy H., Meyer J.*: Adhesion of oral Streptococci to all – ceramics dental restorative materials. *European Cells and Materials*, 2008, 16, 1, 36.
15. *Kawai K., Urano M.*: Adherence of plaque components to different restorative materials. *Operative Dent.*, 2001, 26, 396-400.
16. *Konradsson K., van Dijken J.W.*: Effect of a novel ceramic filling material on plaque formation and marginal gingiva. *Acta Odontol Scand.*, 2002, 60, 370-374.
17. *Quirynen M., Bollen C.M.*: The influence of surface roughness and surface-free energy on supra- and subgingival plaque formation in man. A review of the literature. *J. Clin. Periodontol.*, 1995, 22, 1-14.
18. *Tholt B., Miranda-Júnior W.G., Prioli R., Thompson J., Oda M.*: Surface roughness in ceramics with different finishing techniques using atomic force microscope and profilomete. *Operative Dentistry*, 2006, 31, 442-449.
19. *Flury S., Lussi A., Zimmerli B.*: Performance of different polishing techniques for direct CAD/CAM ceramic restorations. *Operative Dentistry*, 2010, 35, 470-481.
20. *Azogui E.E., Duval J.L., Jannetta R., Pezron I., Egles C., Brunot-Gohin C.*: Polished vs glazed surface properties of lithium disilicate ceramic (IPS e.max, Ivoclar Vivadent): a physico-chemical and biological study. *IPS e.max Scientific Report* 2001, 02, 2013, 22.
21. *Kursoglu P., Karagoz Motro P.F., Kazazoglu E.*: Correlation of surface texture with the stainability of ceramics. *J. Prosthet. Dent.*, 2014, 112, 2, 306-13.
22. *Yilmaz C., Korkmaz T., Demirköprülü H., Ergün G., Ozkan Y.*: Color stability of glazed and polished dental porcelains. *J. Prosthodont.*, 2008, 17, 20-24.
23. *Motro P.F., Kursoglu P., Kazazoglu E.*: Effects of different surface treatments on stainability of ceramics. *J. Prosthet. Dent.*, 2012, 108, 4, 231-237.
24. *Hee-Kyung K., Sung-Hun K., Jai-Bong L., Jung-Suk H.*: Effect of polishing and glazing on the color and spectral distribution of monolithic zirconia. *J. Adv. Prosthodont.*, 2013, 5, 296-304.
25. *Al-Wahadni A.*: An in vitro investigation into the surface roughness of 2 glazed, unglazed and refinished ceramic materials. *Quintessence Int.*, 2006,; 37, 311-317.
26. *Al-Shammery H.A.O., Bubb N.L., Youngson C.C., Fasbinder D.J., Wood D.J.*: The use of confocal microscopy to assess surface roughness of two milled CAD–CAM ceramics following two polishing techniques. *Dent. Mater.*, 2007, 23, 736-741.

Zaakceptowano do druku: 23.06.2015 r.

Adres autorów: 02-006 Warszawa,

ul. Nowogrodzka 59 paw. XI a.

© Zarząd Główny PTS 2015.