

Zastosowanie pełnokonturowych uzupełnień z tlenku cyrkonu w leczeniu protetycznym

The use of full-contour zirconia restorations in prosthodontics treatment

Department of Dental Prosthetics, Medical University of Warsaw

Head of Department: Professor Elżbieta Mierzińska-Nastalska, DDS, PhD

SŁOWA KLUCZOWE

uzupełnienia stałe, tlenek cyrkonu, korony monolityczne

KEYWORDS

permanent/fixed dentures, zirconium oxide, monolithic crowns

STRESZCZENIE

Rozwój w ostatniej dekadzie technologii CAD/CAM (ang. *computer aided design/computer aided manufacturing* – komputerowo wspomagane projektowanie i wykonawstwo) zaowocował możliwościami szerszego zastosowania w protetyce stomatologicznej tlenku cyrkonu. Materiał ten oprócz doskonałych parametrów wytrzymałościowych charakteryzuje się dużą zgodnością biologiczną, jednakże zastosowanie go na podbudowy stałych uzupełnień protetycznych nie jest pozbawione wad. W naukowych publikacjach często pojawiają się doniesienia dotyczące uszkodzenia porcelany licującej w postaci odprysków i pęknięć. W artykule przedstawiono aktualne badania poświęcone wytrzymałości i ścieralności przeciwstawnych zębów naturalnych oraz pełnokonturowych uzupełnień protetycznych z tlenku cyrkonu. W przytoczonych testach brano pod uwagę zarówno wpływ grubości koron (która wynosiła od 0,5 do 1,5 mm), jak i przezierność użytego tlenku cyrkonu w stosunku do sił okluzyjnych wywieranych na korony monolityczne. Prace tego typu mogą w niektórych przypadkach klinicznych stanowić alternatywę dla uzupełnień licowanych ceramiką skaleniową, zwłaszcza u pacjentów z parafunkcjami. W przypadku zniszczenia, dzięki cyfrowej archiwizacji danych ich ponowne wykonanie jest stosunkowo szybkie i ekonomiczne.

SUMMARY

The last decade has witnessed major advances in CAD/CAM (computer aided design/computer aided manufacturing) technology, resulting in a wider application of zirconium oxide in prosthodontics. Apart from its excellent mechanical properties, the material is characterised by high biocompatibility, however, its use as a foundation for permanent prosthodontic restorations has also some disadvantages. There are numerous reports in the subject literature on damaged porcelain veneer in the form of chipping or cracking. The article presents the current state of research regarding the abrasion of the opposing natural teeth by monolithic zirconia restorations and their mechanical strength. In the cited studies, both the influence of thickness (within a range of 0.5-1.5 mm) and the translucency of zirconium oxide in relation to the occlusal forces exerted on the monolithic crown were taken into account. This type of reconstruction may in some clinical situations represent a therapeutic alternative to restorations veneered with feldspathic ceramics, especially in parafunctional patients. In the case of destruction, digital archiving of data allows for fast and economical re-restoration.

Coraz większe wymagania estetyczne pacjentów oraz szybki rozwój technologiczny, jaki miał miejsce w XX wieku, stworzyły możliwości zastosowania nowych materiałów w protetyce stomatologicznej. Jednym z najczęściej stosowanych jest tlenek cyrkonu, którego wykorzystanie byłoby niemożliwe bez technologii CAD/CAM (ang. *computer aided design/computer aided manufacturing* – komputerowo wspomagane projektowanie i wykonawstwo). Obecne na rynku urządzenia CAD/CAM pozwalają na frezowanie bloczków cyrkonowych z ogromną precyzją, zapewniając szczelność brzeżną uzupełnień protetycznych na poziomie 85 µm (1).

Tlenek cyrkonu należy do grupy ceramiek tlenkowych o wysokiej odporności na siły zgrzyzowe, wytrzymując obciążenie nawet do 2500 N (2). Do jego zalet zalicza się: zgodność biologiczną z tkankami jamy ustnej, brak korozji powodującej często przebarwienie filarów protetycznych, wysoką temperaturę topnienia (2700°C), dobre właściwości izolacyjne (niskie przewodnictwo cieplne) oraz małe pochłanianie promieniowania jonizującego. Występuje w trzech polimorficznych odmianach, z których najbardziej korzystną z punktu widzenia sił okluzyjnych wywieranych na uzupełnienia protetyczne jest forma tetragonalna. Najczęściej stabilizację formy tetragonalnej uzyskuje się poprzez dodatek itru. Naturalnie występujący tlenek cyrkonu jest mlecznobiały i opakowany.

W ostatnim czasie firmy produkujące tlenek cyrkonu do zastosowań stomatologicznych wprowadziły na rynek bloczki z tlenku cyrkonu w szerokiej skali barw kolornika VITA. Dało to możliwość stworzenia w technologii CAD/CAM pełnokonturowych uzupełnień protetycznych, takich jak korony czy mosty. W praktyce klinicznej najczęstsze zastosowanie znalazły: Ceramill Zolid (Girbach, Austria), BruxZir (GlideWell, USA), Lava Plus (3M ESPE, USA), Zenostar ZR (Wieland, Niemcy), Cristal Diamond Zirconia (DLMS, USA), Cercon HT (Degudent, Niemcy). Uzupełnienia monolityczne pozabawione są licowania porcelaną fluoroapatytową, dzięki czemu wyeliminowano często spotykane powikłanie w postaci jej odprysków. Według różnych autorów odsetek uszkodzenia licowania sięga 6-15% w okresie 3-9 lat (3, 4). Z tego względu pełnokonturowe uzupełnienia mogą stanowić między innymi alternatywę dla osób z parafunkcjami.

Opracowanie zębów filarowych do uzupełnień z tlenku cyrkonu licowanych porcelaną skaleniovą wymaga dużego oszlifowania twardych tkanek. Na powierzchni żującej wynosi ono 1,5-2 mm, a w okolicy przydziąsłowej konieczne jest wykonanie stopnia chamfer o szerokości 0,8-1 mm. Nierzadko wiąże się to z koniecznością leczenia endodontycznego, co nie tylko wydłuża proces leczniczy, zwiększa koszty leczenia, ale także wpływa na wytrzymałość przyszłego filaru. Dzięki zastosowaniu koron monolitycznych można znacząco zmniejszyć objętość opracowywanych tkanek twardych, niezbędnych do stworzenia funkcjonalnego i estetycznego uzupełnienia protetycznego. Badania przeprowadzone przez Dejak i wsp. (5) wykazały, iż odporność

Patients' ever increasing aesthetic expectations coupled with the rapid technological advances made in the 20th century have paved the way for the application of novel materials in dental prosthetics. Among the most popular ones is zirconium oxide, that would have been virtually impossible to use without the advent of CAD/CAM (computer aided design/computer aided manufacturing) technology. The CAD/CAM devices available on the market make it possible to mill zirconium blocks with utmost precision, ensuring 85 µm marginal seal for prosthetic restorations (1). Zirconium oxide (zirconia) belongs to the group of oxide-based ceramics, highly resistant to bite forces, able to withstand loads of up to 2500 N (2). Its hallmarks include biocompatibility with oral tissues, resistance to corrosion causing discolouration of prosthetic pillars, high melting point (2700°C), good insulation properties (low thermal conductivity), and low absorption of ionizing radiation. It comes in three polymorphic varieties, with its tetragonal form being by far the most resistant to occlusal forces rendered on prosthetic restorations. The stabilized tetragonal form is most typically obtained by adding yttrium. The naturally found zirconium oxide is milky-white and opaque.

Recently, suppliers of zirconium oxide for dental purposes have introduced zirconia blocks in a wide VITA shade range, facilitating the formation of full contour restorations including crowns and bridges with the help of CAD/CAM technology. Systems such as Ceramill Zolid (Girbach, Austria), BruxZir (GlideWell, USA), Lava Plus (3M ESPE, USA), Zenostar ZR (Wieland, Germany), Cristal Diamond Zirconia (DLMS, USA), Cercon HT (Degudent, Germany) are among the most commonly utilized in clinical practice. Monolithic restorations are not overlaid with fluorapatite porcelain, thus preventing chipping, a common complication of veneering. According to various authors, the percentage of veneer damage amounts to 6-15% in a 3-9 year follow-up period (3, 4). Hence, full contour zirconia restorations may well constitute a useful alternative course of treatment for patients with parafunctional habits. Preparation of pillar teeth for restorations with porcelain-overlaid zirconia requires extensive hard tissue drilling. On the chewing surface, 1.5-2 mm of hard tissue needs to be removed, whereas in the supragingival area a chamfer 0.8-1 mm wide is necessary. Oftentimes endodontic therapy is necessary, not only extending the treatment and substantially raising its cost, but also compromising the future pillar's durability. By utilizing monolithic crowns, it is possible to significantly reduce the volume of removed hard tissue necessary to create functional and aesthetic prosthetic restoration. Studies by Dejak et al. (5) have found fracture resistance of full contour crowns

koron pełnokonturowych na złamanie w teście ściskania zależy nie tylko od grubości ścian, ale także od rodzaju użytego tlenku cyrkonu. Zastosowanie transparentnego tlenku cyrkonu istotnie statystycznie wpływa na zmniejszenie wytrzymałości koron. Średnie maksymalne siły niszczące dla koron pełnokonturowych (o grubości 1,5 mm) z konwencjonalnego tlenku cyrkonu wynosiły 1290 ± 33 N, natomiast dla wykonanych z transparentnego tlenku cyrkonu $1180 \pm 19,9$ N. Testy obciążenia dla koron cienkościennych (o grubości 0,5 mm) wykonanych z tych dwóch rodzajów materiałów odpowiednio wynosiły $409 \pm 34,3$ N i $319 \pm 30,4$ N. Wobec powyższego celowe wydaje się podkreślenie, iż grubość wszystkich ścian koron pełnokonturowych powinna przekraczać 0,5 mm. Z kolei Sorrentino i wsp. wykazali na przykładzie 40 koron monolitycznych o różnej grubości, zamocowanych na zębach trzonowych, iż nawet te o grubości ścian 0,5 mm były odporne na obciążenia większe niż maksymalne siły zgryzowe wywierane w odcinku zębów trzonowych (6). Beuer i wsp. uzyskali znaczącą odporność koron monolitycznych z tlenku cyrkonu w teście zgniatań przy redukcji filarów o 1,5 mm na powierzchni żującej i stopniu typu chamfer na obwodzie. W porównaniu do koron licowanych ceramiką skaleniową korony pełnokonturowe wytrzymały obciążenia rzędu 10 500 N, podczas gdy w koronach licowanych dochodziło do uszkodzeń przy wartościach bliskich 4000 N (7).

Według Sun i wsp. (8) odporność na złamanie korony monolitycznej o grubości 1 mm może być porównywalna z koroną metalowo-ceramiczną. W przypadku grubości 1,5 mm średnie siły niszczące wynosiły $4109,93 \pm 610,8$ N. Badania przeprowadzone na Uniwersytecie w Bergen również potwierdziły większą wytrzymałość koron monolitycznych w stosunku do wykonanych z tlenku cyrkonu licowanych porcelaną. Autorzy podkreślają, iż zastosowanie w okolicy przydziąsłowej kołnierza monolitycznego przy preparacji stopnia typu chamfer zmniejsza podatność na pęknięcia oraz odpryski porcelany licującej (9). Odsetek pęknięć koron monolitycznych wykonanych w odcinku bocznym według Sulaiman i wsp. wynosi 0,69%, natomiast uzupełnień wielopunktowych 2,42% (10).

Oprócz znacznej odporności na siły okluzyjne na uwagę zasługuje zużycie mechaniczne koron monolitycznych oraz antagonistycznych zębów naturalnych. Jak wykazały badania Beuer i wsp., najbardziej odporne na starcie są korony polerowane przy równoczesnym większym ścieraniu zębów antagonistycznych (7). Powierzchnia glazurowanego tlenku cyrkonu powoduje abrazję zębów przeciwstawnych zbliżoną do koron licowanych ceramiką skaleniową (7). Testy 240 000-250 000 termocykli obciążeniowych z siłą 49 N przeprowadzone przez Jung i wsp. (11) wykazały, iż porcelana skaleniowa (Vita Omega 900®) charakteryzuje się większymi właściwościami ściernymi w stosunku do antagonistycznych zębów naturalnych aniżeli pełnokonturowe uzupełnienia z tlenku cyrkonu. Podkreślić jednak należy, iż w badaniach Jung i wsp. porcelana fluoroapatytowa

demonstrated in a compression test to depend not only on the wall thickness but also on the type of zirconium oxide used. Application of transparent zirconium oxide has a statistically significant effect on the decrease of the crowns' resistance. Mean maximum damaging forces for full contour conventional zirconium oxide crowns with walls 1.5 mm thick were 1290 ± 33 N, compared with 1180 ± 19.9 N for crowns made with transparent zirconium oxide. The load-bearing capacity of thin-walled crowns (0.5 mm thick) made with the two types of materials was 409 ± 34.3 N and 319 ± 30.4 N respectively, indicating that the thickness of all walls in full contour crowns should be larger than 0.5 mm. Sorrentino et al., in turn, demonstrated on a sample of 40 monolithic crowns of various thickness, cemented on molar teeth, that even those 0.5 mm thick were resistant to loads larger than the maximum bite forces rendered on molars (6). Beuer et al. achieved significant resistance of monolithic zirconia crowns in a compression test where pillar tissue was reduced by 1.5 mm on the chewing surface and a peripheral chamfer margin was formed. Compared with crowns with feldspathic overlays, full contour crowns were found to withstand loads of approx. 10 500 N, whereas the veneered crowns sustained damage at loads of approx. 4000 N (7).

According to Sun et al. (8), fracture resistance of a monolithic crown 1 mm thick may be comparable with a metal ceramic crown. For crowns 1.5 mm thick, the mean damaging forces equalled 4109.93 ± 610.8 N. Studies conducted at the University of Bergen also confirmed superior resistance of monolithic crowns compared with porcelain overlaid zirconia crowns. The authors have emphasized that a cervical monolithic collar with chamfer preparation reduces the tendency for porcelain veneer fractures and chipping (9). According to Sulaiman et al. the fracture rate for monolithic crowns fixed on posterior teeth was 0.69%, whereas for multiple-unit fixed dental prostheses (FDPs) – 2.42% (10).

Aside from the considerable resistance to occlusal forces, the mechanical wear of monolithic crowns and the opposing natural teeth also deserves attention. According to studies by Beuer et al. polished crowns show best resistance to abrasion while rendering greater contact wear of the antagonist (7). The surface of glazed zirconium oxide causes abrasion of the opposing teeth similar to crowns veneered with feldspathic ceramics (7). Tests comprising 240 000-250 000 49 N thermal load cycles performed by Jung et al. (11) found feldspathic porcelain (Vita Omega 900®) to be characterized by greater abrasive effect on the opposing natural teeth than full contour zirconia restorations. It is, however, worth emphasizing that fluorapatite porcelain in Jung's study was polished with

była polerowana za pomocą papieru o ścieralności 1200, po czym nie została pokryta warstwą glazury. Średnia utrata tkanek zębów przeciwstawnych w przypadku porcelany skalenkowej wynosiła $0,119 \pm 0,059 \text{ mm}^3$ i była czterokrotnie większa w porównaniu z polerowanym tlenkiem cyrkonu Zirkozahn Prettau® ($0,031 \pm 0,033 \text{ mm}^3$). W przypadku gdy polerowany tlenek cyrkonu pokryto warstwą glazury, jego abrazyjność była większa niż koron wyłącznie polerowanych ($0,078 \pm 0,063 \text{ mm}^3$). Pomiędzy grupą koron z polerowaną porcecaną skalenkową a grupą z polerowanym i glazurowanym tlenkiem cyrkonu nie wykazano statystycznie istotnych różnic. Z kolei dwuletnie obserwacje Lohbauer i Reich (12) koron monolitycznych wykonanych z materiału LAVA Plus (3M ESPE, USA), osadzonych na zębach przedtrzonowych i trzonowych, wykazały średnio utratę objętości szkliwa naturalnych zębów antagonistycznych wielkości $0,361 \text{ mm}^3$. W przypadku gdy badaniu poddano kontakty przeciwstawne zachodzące pomiędzy wyłącznie uzupełnieniami monolitycznymi, średnia utrata objętości tych koron wyniosła $0,333 \text{ mm}^3$ (12). Stober i wsp. (13) w dwuletnich obserwacjach wykazali średnie starcie szkliwa zębów antagonistycznych wielkości $46\text{-}156 \mu\text{m}$. W grupie kontrolnej, w której brano pod uwagę przeciwstawne zęby naturalne, średnie starcie wynosiło $19\text{-}26 \mu\text{m}$, a maksymalne $75\text{-}115 \mu\text{m}$. Odpowiednio starcie powierzchni koron cyrkonowych wyniosło $14\text{-}66 \mu\text{m}$. Na duże rozbieżności w cytowanych badaniach niewątpliwie wpływa płeć ze względu na różnice w siłach zgryzowych powstających u kobiet i mężczyzn. Mimo iż korony monolityczne wykazały większą abrazyjność w stosunku do naturalnych zębów antagonistycznych, to ich zastosowanie w wielu przypadkach wydaje się uzasadnione w świetle jeszcze większych właściwości ściernych, jakie wykazują inne porcelany (13). Dbłość o estetyczny aspekt leczenia stomatologicznego także u dzieci sprawił, iż niektórzy producenci mają w swojej ofercie gotowe korony monolityczne z tlenku cyrkonu do stosowania w zębach mlecznych. Stanowią one estetyczną alternatywę dla koron metalowych, używanych w przypadku znacznego zniszczenia uzębienia małych pacjentów (14, 15). Badania *in vitro* nad wpływem różnych rodzajów porcelany na uzębienie mleczne wykazały, iż największa utrata objętości twardych tkanek zębów mlecznych występuje w przypadku zastosowania koron z ceramiki leucytowej (średnio $2,670 \pm 1,471 \text{ mm}^3$), następnie dwukrzemowo-litowej (średnio $2,042 \pm 0,696 \text{ mm}^3$). W przypadku koron monolitycznych z tlenku cyrkonu utrata objętości była mniejsza i wynosiła średnio $1,426 \pm 0,477 \text{ mm}^3$. Wartość ta była zbliżona do tej, jaką obserwuje się w przypadku zastosowania koron metalowych (średnio $0,397 \pm 0,192$) (16). Biorąc pod uwagę, iż współczynnik twardości szkliwa mlecznych zębów trzonowych w skali Vickersa wynosi 106 (HV) , a trzonowców stałych 126 (HV) , można stwierdzić, iż są one bardziej podatne na procesy abrazyjne zachodzące w trakcie żucia (17). Jednocześnie siły okluzyjne wywierane przez dzieci są o połowę mniejsze od tych

1200 grit sandpaper and was not subsequently glazed. With the use of feldspathic porcelain, the mean antagonist dental tissue loss was $0.119 \pm 0.059 \text{ mm}^3$, four times more than in the case of polished Zirkozahn Prettau® zirconium oxide ($0.031 \pm 0.033 \text{ mm}^3$). With glazed polished zirconium oxide, the abrasiveness was greater compared with crowns that were exclusively polished ($0.078 \pm 0.063 \text{ mm}^3$). No statistically significant differences were found between the groups of crowns made with polished feldspathic dental porcelain and those made with polished and glazed zirconia. A 2-year observation study by Lohbauer and Reich (12) of monolithic crowns made with LAVA Plus (3M ESPE, USA) material fixed on premolar and molar teeth showed a mean loss of 0.361 mm^3 of natural antagonist enamel volume. When testing contact wear between antagonists constituted by monolithic restorations, the mean loss of volume in those crowns was 0.333 mm^3 (12). Stober et al. (13) in their 2-year observation study demonstrated mean antagonist enamel abrasion of $46\text{-}156 \mu\text{m}$. In the control group, where opposing natural teeth were studied, mean abrasion was $19\text{-}26 \mu\text{m}$, with maximum abrasion totalling $75\text{-}115 \mu\text{m}$. Contact wear of the surfaces of zirconia crowns was respectively $14\text{-}66 \mu\text{m}$. The large discrepancies found in the above cited studies are no doubt affected by the patients' sex, owing to the differences in male and female bite forces. Despite the greater contact wear rendered by monolithic crowns on the natural antagonist teeth, their use in many cases seems justified in the light of even greater abrasive properties demonstrated by other porcelain materials (13). The pursuit of dental aesthetics also in paediatric patients has led some manufacturers to supply ready-made monolithic zirconia crowns for deciduous teeth, offering an aesthetic alternative for metal crowns typically utilized where milk teeth have suffered substantial damage (14, 15). *In vitro* studies on the influence of various types of porcelain on temporary dentition have demonstrated the largest loss of hard tissue volume to occur with leucite-enforced ceramics ($2.670 \pm 1.471 \text{ mm}^3$ on average), followed by wear contact caused by lithium-disilicate ceramics ($2.042 \pm 0.696 \text{ mm}^3$ on average). For monolithic zirconia crowns, the loss of volume was less significant, equalling on average $1.426 \pm 0.477 \text{ mm}^3$. The value was similar to that associated with metal crowns (0.397 ± 0.192 on average) (16). As Vickers Pyramid Number (hardness value – HD) is 106 for the enamel of deciduous molar teeth, compared with 126 for permanent molars, primary teeth may be concluded to be more prone to the abrasive processes at work while chewing (17). At the same time, occlusal forces rendered by children are 50% lower than those rendered by adults.

wywieranych przez dorosłych. W przytoczonym badaniu zastosowano siły o wartościach 50 N oraz 100 000 cykli obciążenia. Niepokój może natomiast budzić konieczność bardziej rozległej preparacji tkanek zębów mlecznych podczas stosowania koron pełnokonturowych z tlenku cyrkonu zamiast koron metalowych, zwiększające ryzyko powikłań ze strony miazgi oraz brak możliwości naprawy w przypadku pęknięcia korony.

Uzupełnienia protetyczne, znajdujące zastosowanie w rehabilitacji narządu żucia, podlegają krytycznej ocenie walorów estetycznych nie tylko przez samych pacjentów, ale również przez ich otoczenie. Bardzo często w opinii pacjentów kryterium to jest jednym z głównych wyznaczników jakości pracy lekarza. Wprowadzenie tlenku cyrkonu oraz systemów CAD/CAM do stomatologii otworzyło nowe możliwości dla współczesnej protetyki stomatologicznej. Z drugiej strony doniesienia odnośnie pęknięć i odprysków porcelany licującej uzupełnień na podbudowie z tlenku cyrkonu mogą budzić wątpliwości co do zasadności ich stosowania, zwłaszcza w obrębie zębów trzonowych. Dlatego zastosowanie w odcinku bocznym uzębienia pełnokonturowych uzupełnień z tlenku cyrkonu daje możliwość wykonania biozgodnej pracy protetycznej o bardzo dobrych parametrach wytrzymałościowych oraz zadowalającej estetyce. Mając na uwadze przytoczone w artykule piśmiennictwo, należy unikać wykonywania koron monolitycznych o grubości ścian mniejszej niż 0,5 mm. Dostępne badania nie wskazują jednoznacznie na większy potencjał abrazyjny koron pełnokonturowych, jednak należy zwrócić uwagę, iż testy *in vitro* nie odzwierciedlają identycznych warunków, jakie są obecne w jamie ustnej. Do zalet pełnokonturowych uzupełnień z tlenku cyrkonu można także zaliczyć możliwość zastosowania w obszarach o małej ilości miejsca w okluzji u osób dorosłych, obniżenie kosztów produkcji oraz skrócenie procedur klinicznych i laboratoryjnych nawet do jednej wizyty (18).

In the study mentioned above, 50 N masticating forces were applied over 100 000 wear cycles. Some concern is, however, associated with the more extensive preparation of deciduous tissue necessary when using full contour zirconia crowns instead of metal ones, causing increased risk for complications in the pulp, as well as with the lack of possibility to repair a cracked crown.

The aesthetic qualities of prosthetic restorations used in rehabilitation of the chewing organ are appraised not only by patients themselves but also by people they come in contact with. Frequently, aesthetics is one of the key criteria that patients apply to judge the quality of a given doctor's work. Zirconium oxide and CAD/CAM systems opened up new opportunities for modern dental prosthodontics. On the other hand, there are valid concerns associated with the existing reports of fractures and chipping of porcelain overlaying zirconium oxide restorations, particularly in molar teeth. The use of full contour zirconia restorations in posterior dentition facilitates biocompatible restoration work of superb resistance parameters and pleasing aesthetic quality. Bearing in mind the information cited above, monolithic crowns with walls thinner than 0.5 mm should be however avoided. The available studies do not clearly indicate an increased abrasive potential of full contour crowns, yet it must be remembered that *in vitro* tests do not reflect all the conditions present within the oral cavity. The advantages of full contour zirconia restorations extend to include their applicability where only little inter occlusal space is available in adult patients, lower production costs, as well as reduced clinical and laboratory procedures, with treatment time potentially limited to as little as a single visit (18).

KONFLIKT INTERESÓW CONFLICT OF INTEREST

Brak konfliktu interesów
None

ADRES DO KORESPONDENCJI CORRESPONDENCE

*Katarzyna Kubicka
Katedra Protetyki Stomatologicznej
WUM
ul. Nowogrodzka 59, 02-006 Warszawa
tel. +48 (22) 502-18-86
katedraprotetyki@wum.edu.pl

PIŚMIENNICTWO/REFERENCES

1. Denissen H, Dozić A, van der Zel J, van Waas M: Marginal fit and short-term clinical performance of porcelain-veneered CICERO, CEREC and Procera onlays. *J Prosthet Dent* 2000; 84: 506-513.
2. Mierzwińska-Nastalska E: Uzupełnienia ceramiczne, postępowanie kliniczne i wykonawstwo laboratoryjne. *Med Tour Press International*, Otwock 2011.
3. Monaco C, Caldari M, Scotti R: Clinical evaluation of zirconia-based single crowns: retrospective cohort study from the AIOP clinical research group. *Int J Prosthodont* 2013; 26: 435-442.
4. Koenig V, Vanheusden AJ, Lee Goff SO, Mainjot AK: Clinical risk factors related to failures with zirconia-based restorations: an up to 9-years retrospective study. *J Dent* 2013; 41: 1164-1174.
5. Dejak B, Langot C, Krasowski M, Konieczny B: Porównanie odporności na złamanie koron monolitycznych cienkościennych i pełnokonturowych z ceramik tlenku cyrkonu. *Protet Stomat* 2016; 1: 12-19.
6. Sorrentino R, Tricarico MG, Bonadeo G et al.: *In vitro* analysis of the fracture resistance of CAD-CAM monolithic zirconia molar crowns with different occlusal thickness. *J Mech Behav Biomed Mater* 2016; 61: 328-333.
7. Beuer F, Stimmelmayer M, Gueth JF et al.: *In vitro* performance of full-contour zirconia single crowns. *Dent Mater* 2012; 28: 449-456.
8. Sun T,

Zhou S, Laai R et al.: Load-bearing capacity and the recommended thickness of dental monolithic zirconia single crowns. *J Mech Behav Biomed Mater* 2014; 35: 93-101. **9.** Øilo M, Kvam K, Gjerdet NR: Load at fracture monolithic and bilayered zirconia crowns with and without a cervical zirconia collar. *J Prosthet Dent* 2016; 115: 630-636. **10.** Sulaiman TA, Abdulmajeed AA, Donovan TE et al.: Fracture rate of monolithic zirconia restorations up to 5 years. A dental laboratory survey. *J Prosthet Dent* 2016; 116(3): 436-439. **11.** Jung YS, Choi YJ, Ahn JS et al.: A study on the *in vitro* wear of the natural tooth structure by opposing zirconia or dental porcelain. *J Adv Prosthodont* 2010; 2(3): 111-115. **12.** Lohbauer U, Reich S: Antagonist wear of monolithic zirconia crowns after 2 years. *Clin Oral Investig* 2016; DOI: 10.1007/s00784-016-1872-6. **13.** Stober T, Bermejo JL, Schwindling FS, Schmitter M: Clinical assessment of enamel wear caused by monolithic zirconia crowns. *J Oral Rehabil* 2016; 43(8): 621-629. **14.** Ashima G, Sarabjot KB, Gauba K, Mittal HC: Zirconia crowns for rehabilitation of decayed primary incisors: an esthetic alternative. *J Clin Pediatr Dent* 2014; 39: 18-22. **15.** Planells del Pozo P, Fuks AB: Zirconia crowns – an esthetic and resistant restorative alternative for ECC affected primary teeth. *J Clin Pediatr Dent* 2014; 38: 193-195. **16.** Choi JW, Bae IH, Noh TH et al.: Wear of primary teeth caused by opposed all-ceramic or stainless steel crowns. *J Adv Prosthodont* 2016; 8(1): 43-52. **17.** Nose K: Study of the hardness of human and animal teeth. *Jpn J Exp Med* 1961; 69: 1925-1945. **18.** Fritzsche G, Wiedhahn C, Wiedhahn K, Schenk O: Zirconia crowns – the new standard for single-visit dentistry. *Int J Comput Dent* 2016; 19(1): 9-26.

nadesłano/submitted:

17.11.2016

zaakceptowano do druku/accepted:

06.12.2016