

Manufacturing of zirconia crowns screw-retained on implants with a microlayer method

Wykonywanie koron cyrkonowych przykręcanych do implantów metodą mikrowarstwowego napalania porcelany

Anna Barbara Kochanek-Leśniewska¹, Jacek Oksiński²

¹ Katedra Protetyki Stomatologicznej, Warszawski Uniwersytet Medyczny

Department of Prosthodontics, Medical University in Warsaw

Head: prof. dr hab. n. med. *Jolanta Kostrzewa-Janicka*

² Laboratorium Protetyczne „Techdent”, Polska

Head: *Jacek Oksiński*

KEY WORDS:

CAD/CAM technology, screw-retained zirconia crowns, microlayer method

HASŁA INDEKSOWE:

technologia CAD/CAM, korony cyrkonowe przykręcane, metoda mikrowarstwowa

Summary

Screw-retained zirconia crowns with a titanium base are one of the options for implant reconstruction which enables the mapping of the emergence profile in detail and the creation of conditions to correctly shape the biological width around the implant. Their construction consists of two elements: the first is a titanium base and the second is a zirconia crown. The titanium base is in direct contact with the implant and its platform. The second element is the zirconia part, properly designed and manufactured in CAD/CAM technology. The zirconia element of the entire restoration is divided into the transmucosal and the supragingival part because they each have different principles for their designing and preparation. The purpose of this article is to present the stages of designing and fabricating screw-retained zirconia crown using a microlayer method. This type of crowns, thanks to the appropriate design and material processing of transmucosal elements, provide proper support for soft tissues. The choice of the microlayer method for fabricating the supragingival part of screw-

Streszczenie

Jedną z opcji odbudowy protetycznej na implantach są przykręcane korony cyrkonowe na bazie tytanowej, które pozwalają na dokładne odwzorowanie profilu wylaniania i stworzenie warunków do prawidłowego ukształtowania szerokości biologicznej wokół implantu. Konstrukcyjnie korony tego rodzaju składają się z dwóch połączonych ze sobą elementów. Pierwszym z nich jest tytanowa baza, drugim korona cyrkonowa. Baza tytanowa jest elementem bezpośrednio łączącym się i kontaktującym z implantem oraz jego platformą. Drugi element to odpowiednio zaprojektowana i wykonana w technologii CAD/CAM struktura cyrkonowa. W strukturze cyrkonowej można wyróżnić dwie części: przeszłówkową oraz naddziąstkową. Każdej z tych części dotyczą odpowiednie reguły projektowania, wytwarzania i postępowania technicznego. Celem artykułu jest przedstawienie etapów projektowania i wykonywania przykręcanej korony cyrkonowej metodą mikrowarstwową. Korony tego typu dzięki odpowiedniej konstrukcji i obróbce materiałowej elementów przeszłówk-

retained zirconia crowns offers a functional and esthetic prosthetic restorations also in the anterior region.

kowych zapewniają właściwe podparcie dla tkanek miękkich. Wybór metody mikrowarstwowej do wytwarzania części naddziąsłowej przykręcanych koron cyrkonowych pozwala na funkcjonalne i estetyczne uzupełnienia protetyczne również w odcinku przednim.

Introduction

One of the solutions used in implant reconstruction involves making screw-retained zirconia crowns. Their construction consists of two permanently connected elements. The first is a titanium base and the second is a zirconia crown. The titanium base is in direct contact with the implant and its platform. The second element is zirconia part, properly designed and manufactured in CAD/CAM technology. The zirconia element of the entire restoration is divided into the transmucosal and the supragingival parts because they each have different principles for their preparation. This arrangement makes it possible to properly build a crown structure that fits perfectly into the existing emergence profile, i.e. into the width and degree of expansion of the base of the crown. At the same time, it allows obtaining the correct anatomical shape, surface structure, and colour in the supragingival part.¹⁻³

The titanium base is a structure available as a ready-made element. Silver and gold colours of bases are most commonly used, although the titanium anodizing process allows any colour to be obtained, based on electrochemistry. For esthetic reasons, gold or pink bases are more popular, especially in cases with thin gingival biotype.⁴⁻⁶ The part of the base which is in direct contact with the implant and its platform should not be a subject to any mechanical correction. About 0.8 to 1 mm of exposed titanium base portion remains above the implant platform and is in contact with soft tissue. The remaining part of the titanium base is the retention surface for cementing the zirconia crown.

Wstęp

Korony cyrkonowe przykręcane są jedną z możliwych do zastosowania opcji odbudowy na implantach. Konstrukcyjnie składają się z dwóch połączonych ze sobą elementów. Pierwszym z nich jest tytanowa baza, drugim korona cyrkonowa. Baza tytanowa jest elementem bezpośrednio łączącym się i kontaktującym z implantem oraz jego platformą. Drugi element to odpowiednio zaprojektowana i wykonana w technologii CAD/CAM struktura cyrkonowa. W strukturze cyrkonowej można wyróżnić dwie części: przeszłuzówkową oraz naddziąsłową. Każdej z nich dotyczą odpowiednie reguły projektowania i wytwarzania. Dzięki temu możliwe jest zaprojektowanie odbudowy, która zapewni właściwy profil wyłaniania z odpowiednio dobraną szerokością i stopniem rozszerzania się podstawy korony, a w obszarze naddziąsłowym zagwarantuje odpowiedni kształt, strukturę powierzchni oraz kolor uzupełnienia.¹⁻³

Baza tytanowa jest elementem gotowym. Dostępna najczęściej w kolorze srebrnym lub złotym, chociaż proces anodowania tytanu umożliwia uzyskanie dowolnego koloru, wykorzystując zasady elektrochemii. Ze względów estetycznych najczęściej wykorzystywane są bazy w kolorze złotym lub różowym, w szczególności przy cienkim biotypie dziąsła.⁴⁻⁶ Powierzchnia elementu tytanowego mająca bezpośredni kontakt z implantem i jego platformą nie powinna być poddawana żadnym korektom mechanicznym. Ponad platformą implantu pozostaje około 0,8 - 1 mm odsłoniętej

The transmucosal part of screw-retained zirconia crown is a very important part of the construction because its proper modeling is a factor affecting the correct shaping of soft tissue around the implant and reducing the risk of alveolar bone loss. All zirconia parts of the crown are designed and manufactured using CAD/CAM technology. For all methods of fabricating zirconia crowns screw-retained on implants (classical with layered ceramic firing, cut-back and microlayer), there are identical principles for the design and development of the transmucosal part. Since the shape of the transmucosal components determines the biological width, profiles that are narrow at the base and widen upward at a slight angle (15-30°) are preferred.^{7,8} The outer surface of the transmucosal zirconia part will be in direct contact with the gingival tissue. That surface after sintering can be left without mechanical processing or can be thoroughly polished.^{9,10} Zirconium oxide is a material that is biocompatible in contact with tissues, therefore it is widely used in prosthetic reconstructions.^{1,2,11-13} The main principle is to extend the ceramic subgingivally to only 1 mm below the gingival margin. The transmucosal and supragingival zirconia are designed together but the method of manufacturing supragingival parts usually is selected from among the three available options – classical with layered ceramic firing, cut-back, and microlayer methods.

The aim of this article is to present the stages of designing and manufacturing of screw-retained zirconia crowns with using the microlayer method.

Technical note

The microlayer method – step by step:

1. Making the master cast (*Sherapremium, Super hard stone type 4, SHERA Werkstoff-Technologie GmbH & Co.KG*) with an analog of the implant and a gingival mask (*Gingifast*

bazy tytanowej, która zewnętrznie ma kontakt z tkankami miękkimi. Pozostała część elementu bazowego jest powierzchnią retencyjną do cementowania korony cyrkonowej.

Część przezśluzówkowa korony przykręcanej do implantu jest bardzo ważnym elementem konstrukcji, ponieważ jej odpowiednie wymodelowanie stanowi czynnik wpływający na prawidłowe ukształtowanie tkanek miękkich wokół implantu i utrzymanie właściwego poziomu kości wyrostka zębodołowego. Cała część cyrkonowa korony jest projektowana i wykonywana w technologii CAD/CAM. Niezależnie od planowanej metody wykonania części naddziąsłowej korony istnieją te same zasady projektowania dotyczące jej części przezśluzówkowej. Kształt części przezśluzówkowej ma wpływ na ukształtowanie szerokości biologicznej w obrębie tkanek miękkich wokół implantu. Zaleca się wykonywanie profilu korony wąskiego u podstawy i rozszerzającego się do góry pod niewielkim kątem, najlepiej około 15° (maksymalnie do 30°).^{7,8} Zewnętrzna powierzchnia tej części korony ma bezpośredni kontakt z tkankami miękkimi. Po synteryzacji można pozostawić tę część bez mechanicznego opracowania lub dokładnie wypolerować.^{9,10} Tlenek cyrkonu jest materiałem biokompatybilnym w kontakcie z tkankami, dlatego jest szeroko stosowany w rekonstrukcjach protezycznych.^{1,2,11-13} Ważnym aspektem jest rozmieszczenie porcelany na koronie w tej okolicy, która powinna być napalana nie głębiej niż 1 mm poniżej brzegu dziąsła. Naddziąsłowa część korony jest projektowana razem z częścią przeddziąsłową, ale zasady projektowania uzależnia się od wyboru zwykle jednej z trzech dostępnych opcji: klasycznej z warstwowym napaleniem porcelany, metody cut-back lub metody mikrowarstwy.

Celem pracy jest przedstawienie kolejnych etapów projektowania i wykonania korony cyrkonowej przykręcanej do implantu z mikrowarstwowym napaleniem porcelany.

- Rigid, Zhermack*) based on conventional impression. Intraoral scans can also be used, if available (Fig. 1).
- Using the technical scanner (*E3, 3Shape*) to scan the working model with titanium base screwed to the analog and next scanning the titanium base. Then, make the scans of the opposing arch and bite (Fig. 2). These scans will be the basis for further designs.
 - Designing the transmucosal element with CAD technology (*DentalDesigner, 3Shape*). The design has to take into account the above-mentioned rules for the modeling of the transmucosal element (Fig. 3).
 - Designing the supragingival element (*DentalDesigner, 3Shape*) as a full-contour crown with overall reduction by 0.4 to a maximum of 0.6 mm (Fig. 4).
 - Milling the design shape from a non-sintered zirconia block (*5Y-TZP Dental Milling Blanks, Dental Direct GmbH*) followed by coloring (*DD Shade, Dental Direct*) (Fig. 5).
 - Sintering the milled piece in an oven (*Thermostar Denta-Star-Rubin, Thermo-Star GmbH*) at 1500°C for 14 hours (Fig. 6).
 - Sandblasting the surface of the finished zirconia element (Al_2O_3 , grain diameter 50 μ ,

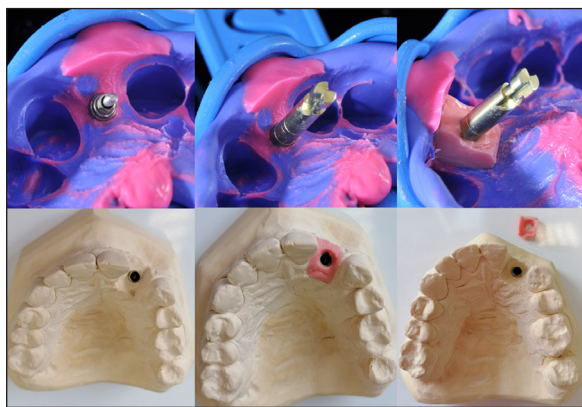


Fig. 1. Making of the master cast.

Ryc. 1. Wykonanie modelu roboczego na podstawie wycisku.

Etapy postępowania laboratoryjnego:

- Wykonanie gipsowego modelu roboczego (*Sherapremium, Super hard stone type 4, SHERA Werkstoff-Technologie GmbH & Co.KG*) z maską dziąsłową (*Gingifast Rigid, Zhermack*) i analogiem implantu na podstawie wycisku. Można wykorzystać również skan wewnątrzustny jeśli jest dostępny (ryc. 1).
- Skanowanie z użyciem skanera technicznego (*Technical scanner – E3, 3Shape*) modelu roboczego z bazą tytanową przykręconą do analogu oraz skan bazy tytanowej. Następnie skanowanie przeciwstawnego modelu oraz modeli w zwarcu (ryc. 2). Otrzymane skany są plikami bazowymi do dalszego projektowania.
- Projektowanie z zastosowaniem oprogramowania CAD (*DentalDesigner, 3Shape*) elementu przezśluzówkowego z wykorzystaniem zasad dotyczących ukształtowania tej struktury (ryc. 3).
- Projektowanie części naddziąsłowej korony (*DentalDesigner, 3Shape*) z redukcją wymiaru pełnokonturowego o około 0,4-0,6 mm. Zatwardzenie plików projektowych (ryc. 4).
- Wycięcie ustalonego kształtu z bloczka

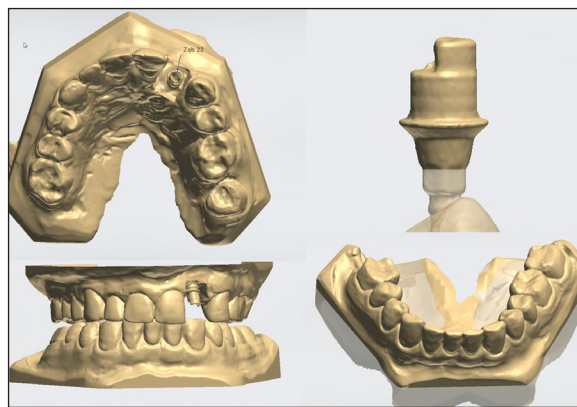


Fig. 2. Making the scans: master cast with titanium base, focused on titanium base, opposing arch and bite.

Ryc. 2. Wykonanie skanów technicznych: model z bazą tytanową, baza tytanowa indywidualnie, model łuku przeciwstawnego, modele w zwarcu.

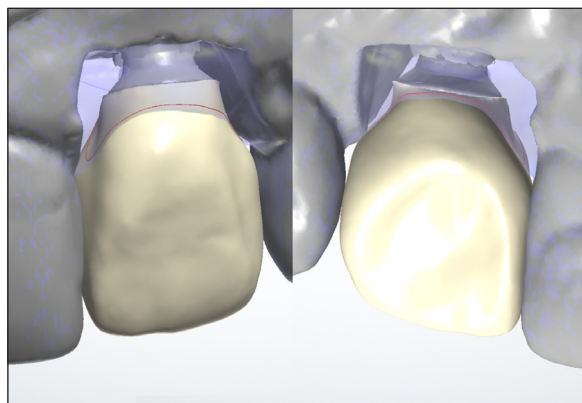


Fig. 3. Designing of the transmucosal element.
Ryc. 3. Projektowanie części przezśluzówkowej korony cyrkonowej.

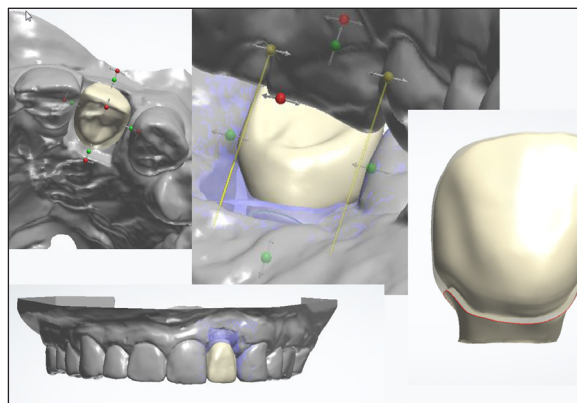


Fig. 4. Designing of the supragingival element (full-contour crown with 0.4-0.6 mm reduction).
Ryc. 4. Projektowanie części naddziąsłowej korony cyrkonowej (kształt pełnokonturowy z redukcją wymiaru 0,4-0,6 mm na całej powierzchni).

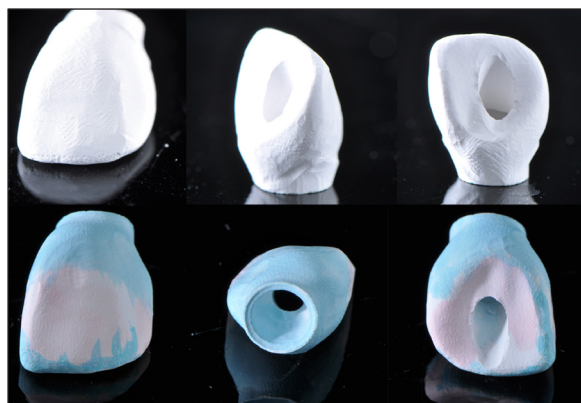


Fig. 5. Milling the design shape from a non-sintered zirconia blocks and coloring with special liquids before sintering.

Ryc. 5. Zaprojektowany kształt korony wycięty z bloczka niezsytteryzowanego cyrkonu oraz w dalszym etapie pokolorowany przed procesem synteryzacji.

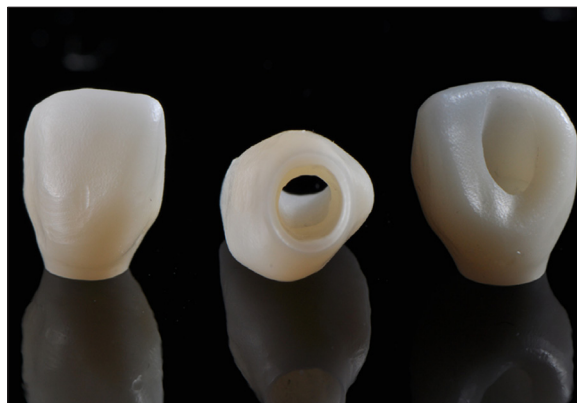


Fig. 6. The structure of zirconia after sintering.
Ryc. 6. Struktura cyrkonowa po synteryzacji.

2 bars pressure), cleaning with distilled water in an ultrasonic cleaner, and then with a steam cleaner.

8. Firing a layer of ceramic on the prepared element. Initially use VITA Akzent Plus Fluoglaze LT Spray (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co.KG) to obtain fluorescence, then fire at 840°C. Then, the colour is obtained by using VITA AKZENT Plus paints (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co.KG) fired at a temperature of 930°C. Create the surface microstructure by applying and forming ultra-thin enamel

niezsytteryzowanego cyrkonu (5Y-TZP Dental Milling Blanks, Dental Direct GmbH) i następnie jego barwienie (DD Shade, Dental Direct GmbH) (ryc. 5).

6. Synteryzacja wyfrezowanej formy w piecu (Thermostar Denta-Star-Rubin, Thermostar GmbH) w 1500°C przez 14 godzin (ryc. 6).

7. Piaskowanie powierzchni korony cyrkonowej (Al_2O_3 o średnicy ziaren 50μ , ciśnienie 2 bary), oczyszczanie w myjce ultradźwiękowej z wodą destylną oraz wytwornicą pary.



Fig. 7. The zirconia element covered with very thin layer of ceramic before firing.

Ryc. 7. Korona cyrkonowa pokryta cienką warstwą porcelany, przygotowana do wypalenia.



Fig. 8. Definitive zirconia screw-retained crown.

Ryc. 8. Gotowa korona cyrkonowa przykręcana do implantu.

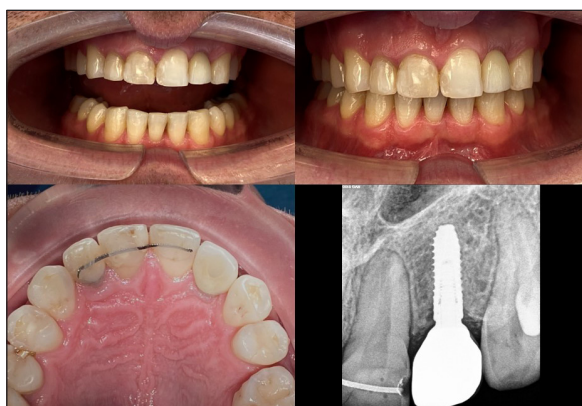


Fig. 9. Prosthetic restoration in the anterior region (tooth 22) – zirconia screw-retained crown manufactured with the microlayer method.

Ryc. 9. Odbudowa protetyczna w odcinku przednim zęba 22 – korona cyrkonowa przykręcana, wykonana metodą mikrowarstwową.

layers (VITA VM9 Enamel), which after firing (930°C) give a ceramic layer on a 0.4 mm thick base. The process is completed by applying and firing the glaze (930°C). In this method, the ceramic layer should not reach deeper than 1 mm below the gingiva (Fig. 7).

9. Preparing the finished, ceramic-fused zirconia part and combine it with the titanium base. The inner surface of the zirconia has to be sandblasted (aluminum oxide Al_2O_3), grain diameter 50 μ). Next, a bond (Monobond Plus, Ivoclar Vivadent) and a cement layer (Panavia SA Cement, Kuraray

8. Napalenie porcelany na przygotowaną koronę. W pierwszej kolejności zastosowanie VITA Akzent Plus Fluoglaze LT Spray (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co.KG) zapewniającej fluorescencję i wypalenie w piecu do porcelany w 840°C. W celu otrzymania odpowiedniego koloru konieczne bywa użycie farb do porcelany VITA AKZENT Plus paints (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co.KG) i wypalenie w temperaturze 930°C. Nakładanie cienkiej warstwy porcelany szkliwnej z uformowaniem struktury powierzchni, która po napaleniu nie powinna przekraczać 0,4 mm. Na koniec tego etapu nałożenie warstwy glazurującej i wypalenie w piecu w temperaturze 930°. Nie należy napalać porcelany głębiej niż 1 mm poniżej granicy dziąsła (ryc. 7).

9. Przygotowanie korony cyrkonowej do połączenia z bazą tytanową. Wewnętrzną powierzchnię korony cyrkonowej zaleca się wypiaszkować (Al_2O_3 o średnicy ziaren 50 μ), następnie nałożyć warstwę bondu (Monobond Plus, Ivoclar Vivadent) i połączyć z użyciem cementu (Panavia SA Cement, Kuraray Noritake Dental Inc.). Wszystkie nadmiary cementu należy ostrożnie usunąć.

Noritake Dental Inc.) are applied to both surfaces. Then, both titanium and zirconia elements are pressed. Excess cement should be carefully removed.

The definitive crown can now be sent to the dental practice (Fig 8). Screw-retained zirconia crowns prepared with the microlayer method can be used in all regions of the dental arch, including the anterior region (Fig. 9).

Conclusions

New methods in the manufacturing of prosthetic restorations are possible thanks to the constant development in the field of materials science. The extensive use of computer technology and modern materials offers the optimal choice for each clinical case. In the method with microlayer ceramic firing the type of zirconia used and the selection of subsequent stages to ensure the right colour (zirconium coloring, fluorescent layer, porcelain paints) are very important.

The two most important principles of designing and making of screw-retained zirconia crowns are: designing transmucosal profiles with the narrow base, which widens upward at a slight angle (15-30°) and not covering them with the ceramic deeper than 1 mm below the gingival margin.

Tak przygotowana korona zostaje przekazana do gabinetu (ryc. 8). Korony cyrkonowe przykręcane wykonywane tą metodą mogą być stosowane we wszystkich odcinkach łuku zębowego, również w odcinku przednim (ryc. 9).

Podsumowanie

Nowe metody w wykonawstwie uzupełnień protetycznych są możliwe do zastosowania dzięki stałemu rozwojowi materiałoznawstwa stomatologicznego. Szerokie wykorzystanie technologii komputerowych i nowoczesnych materiałów pozwala na optymalny wybór dla danego przypadku klinicznego. W metodzie z zastosowaniem mikrowarstwowego napalania porcelany bardzo istotny jest rodzaj stosowanego cyrkonu oraz dobór kolejnych etapów gwarantujących uzyskanie odpowiedniego koloru (barwienie cyrkonu, warstwa fluorescencyjna, farby do porcelany). Nie bez znaczenia pozostają dwie zasady dotyczące projektowania koron cyrkonowych przykręcanych do implantów odnoszące się do projektowania wąskiego profilu korony z kątem nachylenia ścian w zakresie 15-30°, oraz nie pokrywania porcelaną części przezśluzówkowej głębiej niż 1 mm poniżej brzegu dziąsła.

References / Piśmiennictwo

1. *Linkevicius T*: The Novel Design of Zirconium Oxide-Based Screw-Retained Restorations, Maximizing Exposure of Zirconia to Soft Peri-implant Tissues: Clinical Report After 3 Years of Follow-up. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2017; 37: 41-47.
2. *Cardaropoli D, Casentini P*: Soft tissue & Pink Esthetic in Implant Therapy. USA: Quintessence Publishing 2020.
3. *Kochanek-Leśniewska A, Oksiński J*: Zasady projektowania oraz metody wykonywania na bazie tytanowej indywidualnych koron cyrkonowych przykręcanych do implantów. *Protet Stomatol* 2022; 72(3): 241-249.
4. *Wang T, Wang L, Lu Q, Fan Z*: Influence of anodized titanium abutments on the esthetics of the peri-implant soft tissue: A clinical study. *J Prosthet Dent* 2021; 125(3): 445-452.

5. *Wadhvani Ch, Schoenbaum T, King K et al.*: Techniques to Optimize Color Esthetics, Bonding, and Peri-implant Tissue Health With Titanium Implant Abutments. *Compendium of continuing education in dentistry* 2018; 39: 2.
 6. *Hadzik J, Kubasiewicz-Ross P, Gębarowski T i wsp.*: An Experimental Anodized Titanium Surface for Transgingival Dental Implant Elements – Preliminary Report. *J Funct. Biomater* 2023; 14: 34.
 7. *Katafuchi M, Weinstein BF, Leroux BG et al.*: Restoration contour is a risk indicator for peri-implantitis: A cross-sectional radiographic analysis. *J Clin Periodontol* 2018; 45: 225-223.
 8. *Souza AB, Alshihri AM, Kämmerer PW et al.*: Histological and micro-CT analysis of peri-implant soft and hard tissue healing on implants and different healing abutments configurations. *Clin Oral Impl Res* 2018; 29: 1007-1015.
 9. *Linkevicius T*: The Novel Design of Zirconium Oxide-Based Screw-Retained Restorations, Maximizing Exposure of Zirconia to Soft Peri-implant Tissues: Clinical Report After 3 Years of Follow-up. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2017; 37: 41-47.
 10. *Mehl Ch, Kern M, Schütte AM, et al.*: Adhesion of living cells to abutment materials, dentin, and adhesive luting cement with different surface qualities. *Dent Mater* 2016; 32: 1524-1535.
 11. *Dębska M, Łasica PA, Cylwik-Rokicka D i wsp.*: Zastosowanie ceramicznych uzupełnień stałych na podbudowie z tlenku cyrkonu u pacjenta z rozszczepem wargi, wyrostka zębo-łożowego i podniebienia – opis przypadku. *Protet Stomatol* 2021; 71(4): 380-385.
 12. *Górowski K, Orczykowska M, Pihut M*: Nowoczesne materiały na bazie tlenku cyrkonu: właściwości optyczne i mechaniczne – przegląd piśmiennictwa *Protet Stomatol*, 2021; 71(4): 392-400.
 13. *Cywoniuk E, Sierpińska T*: Wykorzystanie technologii cyfrowych w wykonawstwie uzupełnień protetycznych na podstawie piśmiennictwa. *Protet Stomatol* 2019; 69(2): 207-216.
- Zaakceptowano do druku: 20.03.2023 r.
Adres autorów: 02-097 Warszawa, ul. Binieckiego 6.
© Zarząd Główny PTS 2023.