

Zasady projektowania oraz metody wykonywania na bazie tytanowej indywidualnych koron cyrkonowych przykręcanych do implantów

Principles of designing and methods of fabricating screw-retained zirconia Ti-base crowns on implants

Anna Barbara Kochanek-Leśniewska¹, Jacek Oksiński²

¹ Katedra Protetyki Stomatologicznej, Warszawski Uniwersytet Medyczny
Department of Prosthodontics, Medical University of Warsaw
Kierownik: prof. dr hab. n. med. *Jolanta Kostrzewa-Janicka*

² Laboratorium Protetyczne TECHDENT
TECHDENT Prosthetic Laboratory
Kierownik: *Jacek Oksiński*

HASŁA INDEKSOWE:

korony na implantach, korony przykręcane, technologia CAD/CAM, metoda cutback, metoda mikrowarstwowa

KEY WORDS:

implant-supported crowns, screw-retained zirconia crowns on implants, CAD/CAM technology, cutback method, microlayer method

Streszczenie

Korony cyrkonowe na bazie tytanowej przykręcane do implantów to jedna z metod odbudowy protetycznej na implantach. Pozwalają one na szczegółowe odwzorowanie profilu wylaniania i zapewnienie warunków do prawidłowego kształtowania szerokości biologicznej wokół implantu. Korony tego rodzaju umożliwiają odtworzenie, odpowiedniego dla danych warunków klinicznych profilu wylaniania, a właściwa konstrukcja i obróbka materiałowa elementów przeszłuzówkowych zapewnia korzystne podparcie dla tkanek miękkich.

Prawidłowo zaprojektowana i wykonana odbudowa protetyczna ma istotne znaczenie w zapewnieniu długoczasowego, pozytywnego efektu leczenia, co w praktyce przekłada się na zachowanie prawidłowej kondycji tkanek miękkich bez objawów stanu zapalnego oraz ustalonego poziomu kości brzeżnej w okolicy implantu. Czynniki te wpływają bezpośrednio na długoterminowe

Summary

Screw-retained zirconia crowns with a titanium base are one of the options for implant reconstruction. They allow the mapping of the emergence profile in detail and the creation of conditions to correctly shape the biological width around the implant. With this type of crowns it is possible to reconstruct the emergence profile appropriate for the given clinical conditions, while the appropriate design and material processing of the transmucosal elements provide the proper support for soft tissues.

A properly designed and fabricated prosthetic reconstruction is important in maintaining the long-term, positive effects of treatment. In practice this translates into maintaining the soft tissues in their proper form, without signs of inflammation, as well as maintaining the pre-determined, fixed bone level of the alveolar process around the implant. These factors have a direct impact on the long-term retention of the restoration and its full

utrzymanie odbudowy oraz jej pełną funkcjonalność. Stały rozwój w metodach wykonywania koron ceramicznych, w dużej mierze jest podyktowany poszukiwaniem takich materiałów i ich zestawień, które zapewniając maksymalne korzyści estetyczne będą również w pełni funkcjonalne, w tym odporne na uszkodzenia mechaniczne i chipping.

Celem artykułu jest przedstawienie zasad projektowania części przeszłuzówkowej indywidualnych koron cyrkonowych przykręcanych do implantów oraz metod wykonywania części nadziąsłowej.

Rehabilitacja pacjentów z zastosowaniem implantoprotetycznej metody leczenia jest rozwiązaniem, które może być zastosowane w różnych rodzajach braków zębowych. Powodzenie leczenia uzależnione jest w dużej mierze od właściwej kwalifikacji do zabiegu oraz prawidłowego wykonania odbudowy protetycznej, która powinna zapewniać pełną funkcjonalność konstrukcji, również korygując czasem pewne ograniczenia anatomiczno-chirurgiczne. Prawidłowo zaprojektowana i wykonana odbudowa protetyczna ma istotne znaczenie w utrzymaniu długoczasowego, pozytywnego efektu leczenia, co w praktyce przekłada się na utrzymanie w prawidłowym stanie tkanek miękkich, bez objawów stanu zapalnego oraz utrzymanie odpowiedniego poziomu kości w okolicy implantu. Czynniki te wpływają bezpośrednio na długoterminowe użytkowanie odbudowy protetycznej oraz jej pełną funkcjonalność.

W przypadku odbudowy na implantach, szczególnie istotna wydaje się konstrukcja łącznika. Łączniki protetyczne dostępne są jako elementy standardowe, ale w wielu przypadkach jedynie zastosowanie łącznika indywidualnego lub korony przykręcanej typu abutment crown daje pełną możliwość dostosowania przyszłej odbudowy do istniejących warunków. Dotyczy

functionality. The constant development in the methods of fabricating ceramic crowns is largely dictated by the search for such materials and their combinations that, while ensuring maximum aesthetic benefits, will also be fully functional, resistant to damage and chipping.

The purpose of this article is to present the principles of designing the transmucosal element and methods of fabricating the supragingival element of these crowns.

to właściwego dopasowania do ukształtowanego profilu wyłaniania, umieszczenia stopnia w odpowiedniej odległości od brzegu dziąsła, czy korekty przy nie do końca optymalnej pozycji implantu.^{1,2} Wśród zalet uzupełnień stałych przykręcanych do implantów w porównaniu z cementowanymi, wymienia się przede wszystkim zmniejszenie ryzyka związanego z rozwojem stanu zapalnego tkanek miękkich, a w konsekwencji zaniku kości, przy pozostawieniu resztek cementu w okolicy poddziąsłowej po procedurze cementowania (cementitis), możliwość zdemonstrowania uzupełnienia w dowolnym momencie bez jego uszkodzenia oraz wykonania w warunkach ograniczonego miejsca w zwarciu.³⁻⁷

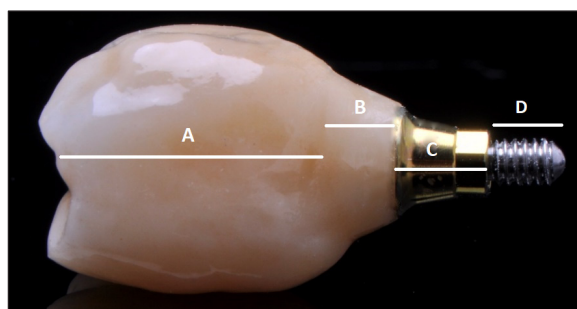
Ważne jest ukształtowanie szerokości biologicznej wokół implantu, która przypomina strukturę kształtującą się wokół wyrzynających się zębów, ale z pewnymi znaczącymi odmiennościami. Prawidłowo ukształtowana szerokość biologiczna wokół implantu, pojawiająca się jako reakcja obronna, stanowi ochronę połączenia osteointegracyjnego. Odpowiednio wymodelowana część przeszłuzówkowa korony przykręcanej do implantu jest istotnym czynnikiem wpływającym na prawidłowe ukształtowanie tkanek miękkich oraz zmniejszenie ryzyka zaniku kości brzeżnej wokół implantu.⁸⁻¹¹

Podstawowym problemem w przypadku koron cyrkonowych licowanych porcelaną są uszkodzenia i odprysnięcia porcelany (chipping),¹²⁻¹⁴ stąd uzasadniony jest rozwój metod projektowania i wykonywania koron pełnokonturowych oraz stosowanie ceramik, umożliwiających uzyskanie lepszego efektu estetycznego. Biorąc pod uwagę wszystkie wspomniane kwestie, przy stosowaniu odbudowy protetycznej na implantach szczególnie istotne jest właściwe projektowanie kształtu łącznika, odpowiednie profilowanie korony oraz wybór materiałów i technologii ich wykonania.

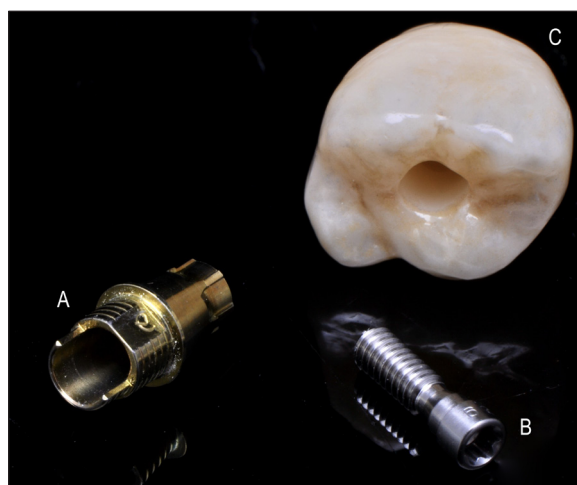
Zasady projektowania oraz metody wykonywania cyrkonowych, indywidualnych koron przykręcanych do implantów

Jednym z rozwiązań stosowanych w celu odbudowy na implantach jest wykonywanie cyrkonowych koron przykręcanych, składających się z dwóch połączonych na stałe elementów w postaci tytanowej podstawy mającej bezpośredni kontakt z implantem i jego platformą oraz odpowiednio projektowaną i wytwarzaną częścią cyrkonową. Element cyrkonowy całej odbudowy dzieli się na część przezśluzówkową i naddziąsłową, ponieważ wymagają odpowiednich zasad opracowania (ryc. 1, 2). Taki układ stwarza możliwość właściwego budowania struktury korony z optymalnym wpasowaniem w istniejący profil wyłaniania, czyli szerokością i stopniem rozszerzania podstawy korony, a następnie uzyskaniem właściwego kształtu anatomicznego, struktury powierzchni i koloru w części naddziąsłowej.

Tytanowa baza jest strukturą ukształtowaną według zasad konstrukcyjnych wynikających z budowy implantu. Tytanowe bazy dostępne są jako prefabrykowane, gotowe elementy. Standardowo bazy tytanowe są koloru srebrnego (np. Ti-base (Zirkonzahn, Dynamic Abutment, Biohorizon)), ale producenci oferują również bazy tytanowe w kolorze złotym. Takie bazy są pokrywane warstwą złota (np.



Ryc. 1. Konstrukcja korony cyrkonowej na tytanowej bazie przykręcanej do implantu. A – część naddziąsłowa korony cyrkonowej, B – część przezśluzówkowa korony cyrkonowej, C – tytanowa baza, D – śruba mocująca (fot. TECHDENT).



Ryc. 2. Pojedyncze elementy konstrukcji przykręcanej korony cyrkonowej: A – złota (anodowana) baza tytanowa, B – śruba mocująca koronę do implantu, C – przygotowana korona cyrkonowa przed cementowaniem z bazą (fot. TECHDENT).

Ti-base gold-plated (Zirkonzahn)) lub powlekanie azotkiem tytanu (np. Ti-base TiN coted (Biohorizon)). Bazy tytanowe mogą być również anodowane. Anodowanie to proces elektrochemiczny oparty na elektrolizie, która umożliwia zmianę koloru powierzchni tytanu, a odpowiedni dobór napięcia prądu przepływającego przez elektrolit generuje osiągnięcie konkretnego odcienia. Najczęściej w implantoprotetyce wykorzystuje się bazy w kolorze złotym oraz różowym, co zapewnia korzystny efekt w przypadku odbudowy przy cienkim biotypie dziąsła (np. Ti-base anodized (Zhirkinzahn, Dynamic

Abutment)). Baza tytanowa w części mającej bezpośredni kontakt z implantem i jego platformą nie powinna podlegać żadnej korekcie mechanicznej. Nad platformą implantu pozostaje ok. 0,8 do 1 mm odkrytej, tytanowej części bazy, nad którą znajduje się dalsza, cyrkonowa część korony.

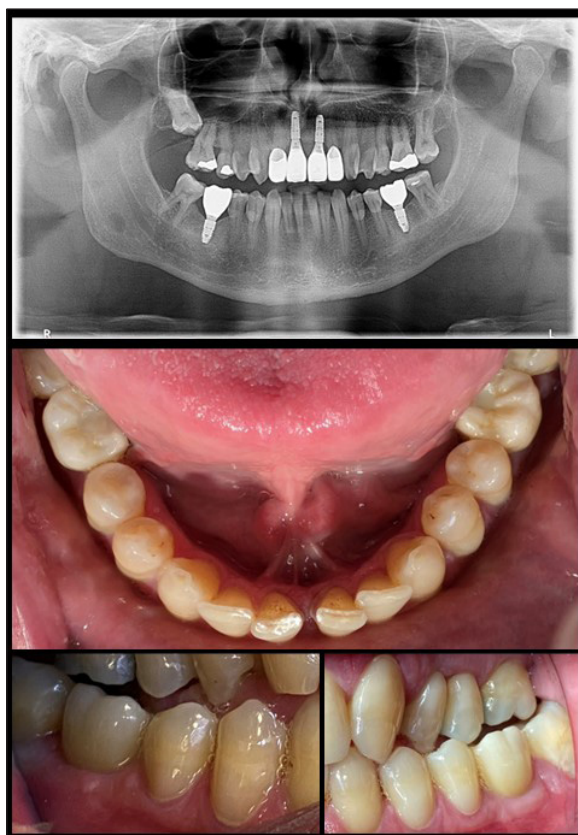
Część cyrkonowa korony jest projektowana i wykonywana w technologii CAD/CAM. Dla wszystkich metod wykonywania koron cyrkonowych przykręcanych do implantów istnieją identyczne zasady dotyczące projektowania i opracowywania części przezśluzówkowej. Ze względu na to, że kształt komponentów przezśluzówkowych wpływa na ustanowienie szerokości biologicznej, preferowane są profile wąskie u podstawy i rozszerzające się ku górze pod niewielkim kątem (15-30°). Kształt i szerokość przezśluzówkowej części cyrkonowej jest bezpośrednio zależna od sytuacji klinicznej i ukształtowanego profilu wyłaniania dla przyszłej korony. Dla projektowania tej części korony na implancie duże znaczenie ma uzyskanie jak największej ilości informacji o osiągniętym profilu wyłaniania, co można w najkorzystniejszy sposób osiągnąć poprzez wykonanie modelu na podstawie wycisku z indywidualnie ukształtowanym transferem wyciskowym. Wycisk z transferem indywidualnym, odlany na jego podstawie model, model z maską dziąsłową i w kolejności skan do programu projektowego (CAD) zawiera gotowe informacje do ustalenia bardzo dobrze dopasowanego dla konkretnego przypadku, profilu wyłaniania. Przezśluzówkowa część cyrkonowa od strony zewnętrznej ma bezpośredni kontakt z tkanką dziąsła.

Część cyrkonowa naddziąsłowa jest projektowana najczęściej z uwzględnieniem jednej z trzech metod wykonywania indywidualnych koron na implantach:

- Metoda pierwsza to tzw. metoda klasyczna – wykonanie podbudowy cyrkonowej do warstwowego napalania porcelany. Podbudowa

jest projektowana z wykorzystaniem oprogramowania CAD. Projekt uwzględnia wyżej wspomniane zasady dotyczące elementu przezśluzówkowego, a zasady dotyczące elementu naddziąsłowego nie odbiegają od klasycznego postępowania dla podbudowy korony cyrkonowej licowanej ceramiką. Zwykle element naddziąsłowy projektuje się w kształcie anatomicznym zbliżonym do określonej grupy zębów, pomniejszony o około 1 mm. Zatwierdzony projekt powstaje w wyniku frezowania z bloczka niezsinterowanego materiału, który następnie synteryzuje się w piecu, w temperaturze 1550 °C przez 14 godzin. Po synteryzacji część podbudowy stanowiąca element przezśluzówkowy, w zależności od wyboru typu postępowania, może nie podlegać już opracowaniu mechanicznemu lub może być polerowana. Pozostała część podbudowy jest oczyszczana parą wodną i przygotowana do napalania porcelany. Nakładanie kolejnych warstw i wypalanie w piecu prowadzi się według wskazówek producenta ceramiki. Proces kończy nałożenie glazury i wypalanie końcowe. Bardzo ważną zasadą jest, aby porcelana była napalana bez przekroczenia granicy 1 mm poddziąsłowo w przyszłej koronie. Gotowa część cyrkonowa olicowana porcelaną jest łączona z tytanową bazą za pomocą cementu kompozytowego.

- Metoda druga, nazywana metodą cutback (cutback crown) opiera się na projekcie części przezśluzówkowej odnoszącym się do zasad ogólnych, natomiast część naddziąsłowa jest projektowana jako pełnokonturowa korona cyrkonowa, ale pomniejszona (maksymalnie do 0,8 mm) na powierzchni licowej, w szczególności w okolicy brzegu siecznego lub guzków, często z wyraźnym zaznaczonym reliefem powierzchni. Taki projekt jest frezowany z niezsinterowanego tlenku cyrkonu a następnie synteryzowany w piecu w temperaturze 1550°C przez 14 godzin.



Ryc. 3. Odbudowa implantoprotetyczna w pozycji zębów 36 i 46. Korony cyrkonowe na tytanowej bazie przykręcane do implantów (Osstem) wykonane metodą mikrowarstwową.

Przed napalaniem porcelany powierzchnia jest oczyszczana myjką parową. Na tak przygotowaną powierzchnię nakładana jest porcelana. Metoda ta bazuje głównie na pracy kolorami szkliwnymi, bazę dla struktury stanowi relief powierzchni cyrkonu. Na koniec pracy nakładana jest glazura. Po zakończeniu tego etapu, tak jak w metodzie pierwszej, element cyrkonowy i tytanowy są ze sobą łączone z użyciem cementu kompozytowego.

- Metoda trzecia, zwana metodą mikrowarstwową (lub mikrowarstwy) od dwóch powyższych różni się w postępowaniu od momentu projektowania części naddziąsłowej korony. Jest ona projektowana jako korona pełnokonturowa, a następnie pomniejszona całościowo w projekcie o 0,4 do

maksymalnie 0,6 mm. Następnie projekt jest frezowany z niezsinterowanego bloczka cyrkonowego i kolejno wycięty oraz syntetyzowany w piecu. Powierzchnia gotowego elementu cyrkonowego jest piaskowana, oczyszczana wodą destylowaną w myjce ultradźwiękowej i myjką parową. Na tak przygotowany element napala się bardzo cienką warstwę porcelany. Kolor odbudowy jest uzyskiwany poprzez zastosowanie farb oraz tworzenie mikrostruktury powierzchni poprzez nakładanie i formowanie ultra cienkich warstw szkliwnych, osiągających po wypaleniu warstwę porcelany grubości około 0,4 mm. Proces kończy nałożenie i wypalenie glazury. W tej metodzie również obowiązuje zasada nie przechodzenia z warstwą porcelany głębiej niż 1mm poniżej dziąsła. Gotowa, olicowana część cyrkonowa jest przygotowywana i łączona z bazą tytanową, tak jak w metodzie pierwszej i drugiej (ryc. 3).

Omówienie

Wybór i zastosowanie tytanowej bazy w tego rodzaju konstrukcjach jest podyktowany właściwościami fizyczno-mechanicznymi. Element ten kontaktuje bezpośrednio z tytanowym implantem i jego platformą. W takich konstrukcjach inny materiał np. tlenek cyrkonu, choć technologicznie możliwy do zastosowania, w praktyce ze względu na swoje właściwości mechaniczne, a w szczególności dużą twardość mogłyby doprowadzić do zniszczenia struktury powierzchni implantu.^{15,16} Tytanowe bazy zwiększają wytrzymałość łączników cyrkonowych.^{16,17} Połączenie tytanowej bazy z elementem cyrkonowym wymaga odpowiedniego przygotowania powierzchni cyrkonu poprzez piaskownie i bonding obu powierzchni oraz zastosowanie odpowiedniego cementu. Wiadomo również, że połączenia cementu z tytanem są silniejsze niż z tlenkiem cyrkonu.^{18,19} Dodatkowo tytanowa baza, która standardowo

jest w kolorze srebrnym, poddana procesowi anodowania może uzyskać dowolny kolor, w zależności od warunków przeprowadzonego procesu. Najczęściej stosowane są bazy w kolorze złotym oraz różowym, co zapewnia dobry efekt estetyczny, szczególnie przy cienkim biotypie dziąsła. Wykonywane w tej technologii indywidualne, przykręcane do implantów korony są szeroko stosowanym rozwiązaniem technologiczno-materiałowych, które pozwala na długoczasowe utrzymanie prawidłowej kondycji tkanek miękkich oraz poziomu kości wyrostka zębodołowego, a to z kolei przekłada się na zapewnienie długoletniej funkcjonalności i estetyki nie tylko części koronowej, ale całego kompleksu implant-odbudowa protetyczna.^{11, 20-22}

Szerokość biologiczna w przypadku wszczepów dwuczęściowych zaczyna kształtować się w momencie odsłonięcia implantu i założenia śruby gojącej bądź łącznika tymczasowego. Wokół implantu organizm musi wytworzyć odpowiednio dużą szerokość biologiczną, która składa się z nabłonka łączącego oraz znajdującej się pod nim tkanki łącznej. Średnia szerokość biologiczna to 3-3,5 mm, z czego 2 mm to przyczep nabłonkowy, a 1-1,5 mm to przyczep łącznotkankowy. Wartość szerokości biologicznej ma tendencję stałą. Rolą struktur, które tworzą szerokość biologiczną jest ochrona połączenia osteointegracyjnego pomiędzy kością a implantem. Okołoszczepowowe włókna tkanki łącznej biegną równolegle względem łącznika lub implantu.^{8,20} Tkanka ta pod względem histomorfologicznym przypomina tkankę bliznowatą, posiadając większą liczbę włókien kolagenowych i mniejszą ilość fibroblastów. Projekt, w tym kształt i wymiary łącznika implantu, może wpływać na ukształtowanie szerokości biologicznej tkanek. Szeroki i mocno rozbieżny łącznik będzie indukował dowierzchołkowe przemieszczenie szerokości biologicznej i skutkowało większym modelowaniem kości.⁸ Stąd wydaje się, że najkorzystniejsze będą profile wąskie i

rozszerzające się ku górze pod niewielkim kątem ($>15^\circ$), ale mniejszym niż 30° .^{23,24} Przy takim kształcie można spodziewać się pojawienia korzystnej przestrzeni dla ukształtowania szerokości biologicznej, a przez to mniejszego zaniku w obrębie kości brzeżnej. Najczęstszymi skutkami przekroczenia szerokości biologicznej są przewlekłe stany zapalne dziąsła i recesje dziąsłowe.⁸ Elementy przeszłuzówkowe wykonane z tlenku cyrkonu, opracowanego maszynowo, nie pokrytego warstwą ceramiki wydają się być biokompatybilną konstrukcją dla tkanek miękkich. Badania wskazują, że adhezji fibroblastów sprzyjają jedynie wstępnie opracowane łączniki,²⁵ ale również bardzo dokładnie polerowane powierzchnie cyrkonu pozostające z tkankami miękkimi zapewniają dobry wynik kliniczny.²²

Niezależnie od zastosowanej metody wykonania części naddziąsłowej, w szczególności jeśli wiąże się z napaleniem porcelany w okolicy dziąsła, bardzo istotną zasadą jest przejście poddziąsłowe z ceramiką jedynie na 1 mm poniżej brzegu dziąsła. Jeżeli warunki profilu wyłaniania pozwalają na modelowanie tzw. „wałka szklivnego” to on również powinien się znaleźć nie głębiej niż 1 mm poddziąsłowo.^{20,22}

Nowe metody wykonywania i licowania koron cyrkonowych są możliwe dzięki nowym rozwiązaniom materiałowym, zastosowaniu różnych rodzajów tlenku cyrkonu oraz nowych technologii uzyskiwania koloru, z zastosowaniem farb, kolorów samoglazurujących, warstw w sprayu i nowoczesnych materiałów ceramicznych. W metodzie pierwszej stosowany jest tlenek cyrkonu stabilizowany trójcząsteczkowym itrem, co wiąże się z wyborem klasycznej metody warstwowego napalania porcelany, o odpowiednio dobranym współczynniku rozszerzalności cieplnej. W metodzie drugiej, poleca się frezowanie tlenku cyrkonu stabilizowanego czterocząsteczkowym itrem (Y-4), o mniejszym współczynniku na zginanie niż Y-3, ale większym niż Y-5. Nieznaczna redukcja monolitycznej konstrukcji cyrkonowej,

zastosowanie warstw zapewniających fluorescencję i praca nad strukturą oraz kolorem powierzchni z zastosowaniem warstw szklawych porcelany zapewnia dobry efekt nawet w odcinku przednim. Metoda trzecia opiera się na tlenku cyrkonu stabilizowanym pięciocząsteczkowym itrem Y_2O_3 (5 mol%). Różnice w strukturze wpływają na właściwości mechaniczne tlenku cyrkonu. Tlenek cyrkonu stabilizowany itrem Y-5 (wytrzymałość na zginanie 500MPa, przezierność 35-40%), ma wytrzymałość i przezierność pośrednią pomiędzy tlenkiem cyrkonu Y-3 (wytrzymałość na zginanie 1200, przezierność 20%) a dikrzemianem litu.²⁶ Przed cementowaniem struktur wykonanych z tlenku cyrkonu Y-5 zalecana jest abrazja powierzchni.²⁷ Materiał ten nie jest dedykowany rozległym konstrukcjom, główne wskazania to wykonywanie licówek, inlayów/onleyów, podbudowy do licowania w odcinku przednim, koron przykręcanych do implantów i krótkich maksymalnie trzyczłonowych mostów. Materiałem o wartościach pośrednich pomiędzy tlenkiem cyrkonu Y-3 i Y-5, jest jak już wspomniano tlenek cyrkonu Y-4 (wytrzymałość na zginanie 900, przezierność 30 %). Zastosowanie konstrukcji pełnokonturowych (monolitycznych), wiąże się z koniecznością wyboru odpowiedniego typu cyrkonu i jednocześnie może stwarzać pewne ograniczenia estetyczne. Odpowiedni dobór rodzaju tlenku cyrkonu do metody wykonania długoczasowej korony z zastosowaniem nowych technik rekonstrukcji koloru daje możliwość osiągnięcia bardzo korzystnego efektu estetycznego bez dużej redukcji konstrukcji monolitycznej lub jedynie z jej niewielką redukcją. Mimo minimalnej grubości warstwy porcelany można kontrolować odcień, jasność, natężenie koloru, przezierność oraz opalescencję i translucencję, a jednocześnie pracować nad ukształtowaniem struktury powierzchni. Stały rozwój w metodach wykonywania koron ceramicznych w dużej mierze jest podyktowany

poszukiwaniem takich materiałów i ich zestawień, które zapewniając maksymalne korzyści estetyczne będą również w pełni funkcjonalne – odporne na uszkodzenia i chipping. Na uwagę zasługuje metoda trzecia, gdzie stosuje się tlenek cyrkonu o najmniejszej wytrzymałości na zginanie, licowany bardzo cienką warstwą porcelany, która być może okaże się korzystną metodą wykonywania tego typu koron, pozbawioną negatywnych cech metod klasycznych, wśród których najczęściej wymienia się chipping.^{12,27,28} Wymaga to jednak przeprowadzenia szerszych badań mechanicznych oraz obserwacji klinicznych.

Podsumowanie

Korony cyrkonowe, połączone z tytanową bazą przykręcane do implantów, pozwalają na odtworzenie właściwego dla danych warunków klinicznych profilu wyłaniania, a odpowiednie projektowanie i obróbka materiałowa elementów przezśluzówkowych zapewnia właściwą podporę dla tkanek miękkich.

Wybór jednej z trzech metod wykonywania części naddziąsłowej korony przykręcanej do implantu, pozwala na uzyskanie w pełni funkcjonalnej i estetycznej odbudowy protetycznej.

Piśmiennictwo

1. *Pietruski JK, Pietruska MD: Zastosowanie łączników indywidualnych wykonywanych w technologii CAD/CAM w implantoprotetyce. E-Dentico 2012; 1 (35): 9-18.*
2. *Wasiluk G, Chomik E, Bereznowski Z: Standardowe i indywidualne łączniki protetyczne w leczeniu implantoprotetycznym. Przegląd piśmiennictwa. Protet Stomatol 2014; 64 (6): 457-468.*
3. *Linkevicius T, Vindasiute E, Puisys A, et al: The influence of margin location on the amount of undetected cement excess after delivery of cement-retained implant restorations. Clin*

- Oral Impl Res 2011; 22: 1379-1384.
4. *Linkevicius T, Puisys A, Vindasiute E*, et al.: Does residual cement around implant-supported restorations cause peri-implant disease? A retrospective case analysis. *Clin Oral Impl Res* 2013; 24: 1179-1184.
 5. *Sailer I, Mühlemann S, Zwahlen M*, et al.: Cemented and screw-retained implant reconstructions: a systematic review of the survival and complication rates. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23: 163-201.
 6. *Staubli N, Walter C, Schmidt JC*, et al.: Excess cement and the risk of peri-implant disease – a systematic review. *Clin Oral Implants Res* 2017; 28: 1278-1290.
 7. *Bayarsaikhan E, Eom S, Jung UW*, et al.: Monolithic Zirconia FPD on Modified Titanium Bonding Bases in Limited Interocclusal Distance: A Case Report. *J Oral Imp* 2020; 46: 57-61.
 8. *Zuhr O, Hürzeler M*: *Plastyczno-estetyczna chirurgia periodontologiczna i implantologiczna. Koncepcja leczenia mikrochirurgicznego*. Warszawa: Wydawnictwo Kwintesencja; 2015 (original title: *Plastisch-Ästhetische Parodontal- und Implantatchirurgie. Ein mikrochirurgisches Konzept*. Berlin: Quintessenz Verlags-GmbH; 2012.)
 9. *Cochran DL, Obrecht M, Weber K*, et al.: Biologic Width Adjacent to Loaded Implants with Machined and Rough Collars in the Dog. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2014; 34: 773-779.
 10. *Fabbri G, Staas T, Linkevicius T*, et al.: Clinical Performance of a Novel Two-Piece Abutment Concept: Results from a Prospective Study with a 1-Year Follow-Up. *J Clin Med* 2021; 10: 1594.
 11. *Linkevicius T, Linkevicius R, Gineviciute E*, et al.: The influence of new immediate tissue level abutment on crestal bone stability of subcrestally placed implants: A 1-year randomized controlled clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res* 2021; 23: 259-269.
 12. *Zhang Y, Lee JJ, Srikanth R*, et al.: Edge chipping and flexural resistance of monolithic ceramics. *Dent Mater* 2013; 29: 1201-1208.
 13. *Baldassarri M, Zhang Y, Thompson VP*, et al.: Reliability and failure modes of implant-supported zirconium-oxide fixed dental prostheses related to veneering techniques. *J Dent* 2011; 39: 489-498.
 14. *Tanaka CB, Ballesterb RY, De Souza GM*, et al.: Influence of residual thermal stresses on the edge chipping resistance of PFM and veneered zirconia structures: Experimental and FEA study. *Dent Mater* 2019; 35: 344-355.
 15. *Alqahtani F, AlAmar M*: In Vitro Comparison of Modes of Failures among Titanium and One- and Two-piece Zirconia Abutment under Static Load. *Eur J Dent* 2020; 14: 157-160.
 16. *Sen N, Olcer Y*: Fatigue survival and failure resistance of titanium versus zirconia implant abutments with various connection designs. *J Prosthet Dent* 2019; 122: 315.e1-315.e7.
 17. *Elsayed A, Wille S, Al-Akhali M*, et al.: Effect of fatigue loading on the fracture strength and failure mode of lithium disilicate and zirconia implant abutments. *Clin Oral Impl Res* 2018; 29: 20-27.
 18. *Mehl C, Zhang Q, Lehmann F*, et al.: Retention of zirconia on titanium in two-piece abutments with self-adhesive resin cements. *J Prosthet Dent* 2018; 120: 214-219.
 19. *Linkevicius T, Caplikas A, Dumbryte I*, et al.: Retention of zirconia copings over smooth and airborne-particle-abraded titanium bases with different resin cements. *J Prosthet Dent* 2019; 121: 949-54.
 20. *Cardaropoli D, Casentini P*: *Soft tissue & Pink Esthetic in Implant Therapy*. USA: Quintessence Publishing; 2020.
 21. *Rosentritt M, Rembs A, Behr M*, et al.: In vitro performance of implant-supported monolithic zirconia crowns: Influence of patient-specific tooth-coloured abutments with titanium adhesive bases. *J Dent* 2015; 43: 839-845.

22. *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.
23. *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.
24. *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: 225-232.
25. *Mehl C, 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.
26. *Jansen JU, Lümke N, Letz I*, et al.: Impact of high-speed sintering on translucency, phase content, grain sizes, and flexural strength of 3Y-TZP and 4Y-TZP zirconia materials. *J Prosthet Dent* 2019; 122: 396-403.
27. *Lawson NC, Jurado CA, Huang CT*, et al.: Effect of Surface Treatment and Cement on Fracture Load of Traditional Zirconia (3Y), Translucent Zirconia (5Y), and Lithium Disilicate Crowns. *J Prosthodont* 2019; 28: 659-665.
28. *Szczyrek P, Okoński P*: Systemy bez podbudowy metalowej. *Protet Stomatol* 2001; 6: 323-329.

Zaakceptowano do druku: 6.09.2022 r.

Adres autorów: 02-097 Warszawa, ul. Binieckiego 6.

© Zarząd Główny PTS 2022.