

## Mosty na podbudowie z tlenku cyrkonu wsparte na wkładach koronowych – przegląd piśmiennictwa

### Inlay-retained zirconia fixed partial dentures. A literature review

**Katarzyna Zięba**

Wojewódzka Przychodnia Stomatologiczna im. dr. n med Zbigniewa Żaka w Krakowie, Konsultacyjna Poradnia Protetyki Stomatologicznej  
Kierownik: lek. med., lek. stom. *A. Maciąg*

---

---

#### HASŁA INDEKSOWE:

częściowe stałe protezy oparte na wkładach koronowych, mosty niekonwencjonalne, uzupełnienia całoceramiczne, tlenek cyrkonu

---

---

---

---

#### KEY WORDS:

inlay-retained fixed partial dentures IRFPD, unconventional bridges, all-ceramic restorations, zirconia ceramic

---

---

#### Streszczenie

*Każdy, nawet pojedynczy brak zębowy wymaga leczenia protetycznego ze względu na rehabilitację, a zarazem profilaktykę zaburzeń układu stomatognatycznego. W takich sytuacjach klinicznych istnieje kilka możliwości leczenia. W przypadku, kiedy nie można wprowadzić implantu lub nie jest to wskazane, a sąsiednie zęby posiadają wypełnienia należy rozważyć wykonanie mostów z elementem retencyjnym w postaci wkładu koronowego na podbudowie z tlenku cyrkonu. Takie częściowe protezy stałe oparte na wkładach koronowych (ang. inlay-retained fixed partial dentures IRFPD) cementowane z użyciem technik adhezyjnych stanowią minimalnie inwazyjne i estetyczne rozwiązanie. Ochrona tkanek twardych zęba i przyzębia czyni tę metodę leczenia dobrą alternatywą dla klasycznych mostów protetycznych. Na podstawie piśmiennictwa przedstawiono charakterystykę materiału, wskazania, przeciwwskazania, zasady preparacji filarów oraz wytyczne odnośnie osadzania IRFPD. Konieczne są dalsze obserwacje kliniczne, aby potwierdzić skuteczność tej minimalnie inwazyjnej metody leczenia protetycznego.*

#### Summary

*Every single missing tooth needs prosthetic reconstruction in view of rehabilitation and prevention of disorders in the stomatognathic system. Such situations present several reconstructive treatment modalities. When implant placement is not possible or not indicated and when adjacent teeth have been previously restored, inlay-retained bridges with zirconia framework may be recommended in particular. Inlay-retained fixed partial dentures (IRFPD) based on adhesive approach are regarded as minimum invasive and aesthetic solution. Preservation of healthy tooth structure and parodontium makes IRFPD a good alternative to a full-coverage fixed dentures. The indications and contraindications, as well as clinical procedures (preparation design and cementation) for making all-ceramic, inlay supported fixed partial dentures were presented on the basis of the literature. Further, long-term clinical observations are needed to confirm the effectiveness of this minimum invasive approach in prosthetic treatment.*

## Wstęp

Współczesne leczenie protetyczne zakłada postępowanie kompleksowe: rehabilitację, a zarazem szeroko pojętą profilaktykę zaburzeń układu stomatognatycznego. Działania te mają na celu nie tylko zachowanie prawidłowej funkcji żucia, ale także odtworzenie prawidłowej wymowy, estetyki oraz komfortu pacjenta. Dlatego tak istotne jest, by już w przypadku pojedynczego braku zębowego uzupełnić go stosując odpowiednią metodę dobraną indywidualnie dla każdego pacjenta pod kątem wskazań, przeciwwskazań, stopnia inwazyjności zabiegu, rozległości wypełnień w zębach sąsiednich oraz możliwego do osiągnięcia efektu estetycznego.

Obecnie istnieje wiele możliwości uzupełnienia pojedynczego braku zębowego: odbudowa na filarze implantowanym, odbudowy całoceramiczne, metaloceramiczne, kompozytowe wzmocnione włóknem szklanym pośrednie lub bezpośrednie. Wykonanie mostów ceramicznych na podbudowie z tlenku cyrkonu wspartych na wkładach koronowych należy rozważyć szczególnie w przypadkach braku zębów bocznych, kiedy nie można wprowadzić implantu lub pacjent nie wyraża na to zgody, a zęby graniczące z brakiem zębowym mają zdrowe tkanki lub wypełnienia (1-8). Jest to najbardziej zachowawcze, minimalnie inwazyjne leczenie.

## Cel pracy

Celem pracy jest przedstawienie, na podstawie piśmiennictwa, częściowych stałych protez opartych na wkładach koronowych (ang. inlay-retained fixed partial dentures IRFPD) na podbudowie z tlenku cyrkonu.

## Dobór materiału

Rozwój technik laboratoryjnych i materiałów przynosi nowe możliwości w zastosowaniu klinicznym. Przez kilkadziesiąt lat obserwowano zmiany w wykonawstwie niekonwencjonalnych

mostów protetycznych: od przedstawionych 1973 roku mostów Rochette'a (9), poprzez mosty typu Maryland, aż do współczesnych konstrukcji wspartych na wkładach koronowych. Z upływem lat obok konstrukcji metalowych pojawiły się także podbudowy z kompozytów wzmocnionych włóknem szklanym, a dziś zaczyna wdrażać się nowoczesne, wytrzymałe ceramiki tlenkowe. Wstępne badania wskazują, że tlenek cyrkonu jest obiecującą alternatywą dla stosowanych dotychczas podbudów IRFPD (1-5, 8, 10-13).

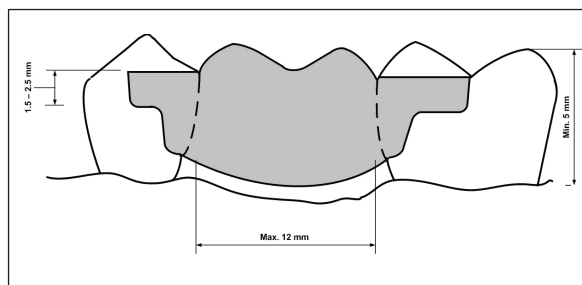
Tlenek cyrkonu jest materiałem polimorficznym o 3 odmianach, z których tetragonalna znalazła zastosowanie w stomatologii. W temperaturze pokojowej stabilizuje się formę tetragonalną dodając itr (3Y-TZP) (7, 15-21). Prawidłowo przygotowane konstrukcje protetyczne na takiej podbudowie są biokompatybilne, estetyczne, posiadają odpowiednie parametry mechaniczne (wytrzymałość): są bardziej odporne na pęknięcie i bardziej wytrzymałe na zginanie w porównaniu do innych ceramik dentystycznych (1-3, 7, 8, 13-24).

Do przetwarzania tlenku cyrkonu stosuje się procedury CAD/CAM. Podbudowę cyrkonową pokrywa się ceramiką szklaną (2-4, 6, 7, 14, 18, 22, 25). W przypadku odbudów monolitycznych odpowiednie dopasowanie koloru pozwalają uzyskać nowe techniki infiltracji tlenku cyrkonu (1, 21).

Zaletami odbudów całoceramicznych według Stendera i wsp. (22) cyrkonowo-ceramicznych są: minimalna akumulacja płytki nazębnej (1, 18, 21), duża polerowalność, stabilność koloru, brak możliwości powstania zjawisk elektrogalwanicznych w obrębie jamy ustnej, korozji lub przebarwień tkanek miękkich (2, 3, 18, 20).

## Kwalifikacja i wskazania do leczenia IRFPD

Przed podjęciem decyzji o danym rodzaju odbudowy brakującego zęba należy przeprowadzić wywiad, diagnostykę radiologiczną i



Ryc. 1. Model preparacji zębów filarowych pod IRFPD: widok od strony policzkowej.

badanie kliniczne pacjenta (1-3). Jeśli z różnych powodów wykluczona jest implantacja to należy dokładnie ocenić zęby graniczące z brakiem zębowym – potencjalne filary protezy stałej. Ważne jest sprawdzenie okluzji, wykluczenie przedwczesnych kontaktów oraz czy zachowane jest prawidłowe prowadzenie kłowe (2).

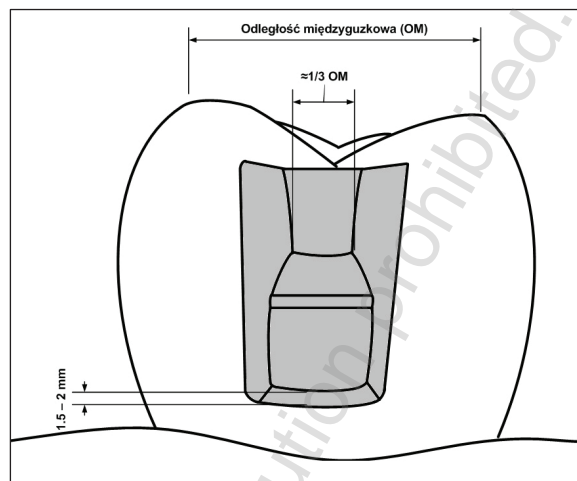
W czasie szlifowania zęba pod pełną koronę protetyczną dochodzi do znacznej utraty tkanek twardej korony – jak podaje *Edelhoff* i *Sorensen* (26) – utrata nawet 67,5%-75,6% tkanki. Stąd, jeśli zęby filarowe mają zdrowe tkanki twarde lub posiadają wypełnienia należy rozważyć wykonanie IRFPD. Również młodzi pacjenci, u których istnieje duże ryzyko obnażenia miazgi podczas zabiegu szlifowania, powinni być leczeni metodą mało inwazyjną (2, 3).

Wskazania ogólne: dobra higiena jamy ustnej, niska podatność na próchnicę (1-3, 27).

Wskazania szczegółowe dotyczące zębów filarowych: równoległe położenie, minimalna wysokość koron 5 mm, maksymalna odległość pomiędzy filarami 12 mm, istniejące wypełnienia (1-3) (ryc. 1)

Przeciwwskazania ogólne: parafunkcje (2, 3, 20, 27), zła higiena jamy ustnej, choroby przyzębia (1-3)

Przeciwwskazania szczegółowe dotyczące zębów filarowych: rozległe defekty koron, zwiększona ruchomość, stany zapalne przyzębia (1-3).



Ryc. 2. Model preparacji zębów filarowych pod IRFPD: widok od strony mezialnej zęba filarowego.

#### Preparacja zębów filarowych

Czynnikami stanowiącymi o sukcesie leczenia jest odpowiednie opracowanie filarów pozwalające zachować jak najwięcej tkanek zęba przy jednoczesnym zapewnieniu odpowiedniej wytrzymałości materiału zapewniającej retencję i stabilizację (5). W przypadku odbudów ze stopów dentystycznych lub kompozytów wskazana jest preparacja pod nakład koronowy (onlay). Inaczej jest w przypadku uzupełnień cyrkonowo-ceramicznych, gdzie preparacja zębów filarowych pod wkład koronowy (inlay) zapewnia większą odporność na złamanie uzupełnienia niż preparacja pod nakład (5). Dopiero w sytuacji, gdy ząb filarowy jest po leczeniu endodontycznym (2, 3, 28) lub istniejący ubytek/wypełnienie ma szerokość zbliżoną do odległości międzyguzkowej (27, 29) – należy do preparacji włączyć guzki (zredukować je o minimum 2 mm) i pokryć odbudową – nakładem.

Modelowo zakłada się preparację pod wkład koronowy (1-3, 5, 27-30) biorąc pod uwagę następujące aspekty (ryc. 1 i 2):

1. Głębokość preparacji mierzona od dna preparacji do bruzdy centralnej powinna

- wynosić między 1,5-2 mm (5,27), a 2,5 mm (2, 3, 29, 30).
2. Szerokość preparacji (wymiar przedsiolkowo-podniebienny/językowy) powinna wynosić mniej niż 1/3 odległości między guzkami (5), ok. 3 mm w zębach trzonowych (1-3,27) i ok. 2 mm w przedtrzonowcach (1).
  3. Należy wypreparować proksymalne boksy – stopnie o głębokości dokomorowej 1,5-2 mm (1-3, 12, 23, 29, 30).
  4. Ważne jest zaokrąglenie wszystkich wewnętrznych kątów preparacji (1, 5, 19, 27).
  5. Całkowita zbieżność okluzyjna oznaczająca kąt utworzony pomiędzy przeciwległymi preparowanymi ścianami według *Thompsona* i wsp. (5) powinna wynosić 20 stopni. Autorzy podają, że wynika to z właściwości odbudowy całoceramicznej i dlatego kąt ten jest większy niż w przypadku odbudów metalowych lub kompozytowych. W piśmiennictwie opisuje się zbieżność ścian wynoszącą 6 stopni (1-3), 10 stopni (29, 30) oraz 10 lub więcej stopni (27).
  6. Po preparacji zębinę należy pokryć czynnikiem wiążącym w celu ochrony przed zakażeniem bakteriami i innymi czynnikami z masy wyciskowej i materiału tymczasowego oraz zniwelowania ewentualnej wrażliwości pozabiegowej. Należy pobrać wyciski materiałem silikonowym techniką dwuwarstwową jednoczasową i nałożyć opatrunek ochronny (1-3)

Należy zaznaczyć, że klinicznie lekarze często preparują zęby filarowe szerzej i głębiej niż jest to rekomendowane. Ponadto, z uwagi na istniejące w zębie wypełnienia i próchnice preparacja może odbiegać od idealnej (5, 28).

Podbudowa IRFPB z tlenku cyrkonu może być monolityczna (1) lub licowana ceramiką szklaną (2-4, 6). W zależności od uzyskanej

głębokości preparacji *Monaco* i wsp. (2, 3) sugerują dwie możliwości zaprojektowania IRFPD: gdy głębokość preparacji wynosi 2,5-3,3 mm – podbudowa z cyrkonu opiera się o dno preparacji, natomiast na wierzchu i po bokach stosowana jest ceramika szklana. Gdy głębokość preparacji jest większa niż 3,3 mm – podbudowa cyrkonowa otoczona jest z każdej strony ceramiką szklaną.

#### Cementowanie

Dotychczas nie został opracowany jednoznaczny protokół cementowania prac protezycznych na podbudowie z tlenku cyrkonu (1, 17). Z uwagi na naturę chemiczną i właściwości fizyko-mechaniczne 3Y-TZP użyć można zarówno cementów tradycyjnych (cement cynkowo-fosforanowy, szkło-jonomerowy, szkło-jonomerowy modyfikowany żywicą lub kompozytowych (15-17, 19, 20, 27, 31).

Wielu autorów preferuje jednak wykorzystywanie cementów kompozytowych (1-4, 6, 15, 16, 32). Jest to zasadne szczególnie w aspekcie cementowania IRFPD, w których elementy retencyjne w postaci wkładów koronowych uzyskują mniejszą retencję w stosunku do pełnych koron (13, 27). Ponadto badania *Kim* i wsp. (32), w których porównywano wytrzymałość na ścinanie połączenia między piaskowaną wcześniej powierzchnią tlenku cyrkonu a różnymi cementami wykazały, że w przypadku zastosowania cementów kompozytowych uzyskiwane są znacznie wyższe wartości w porównaniu do cementów tradycyjnych.

Należy podkreślić, że tlenek cyrkonu ze względu na brak macierzy szklanej nie podlega wytrawieniu kwasem fluorowodorowym (1, 3, 4, 15-21, 27, 31, 33-36), połączenie z cementem kompozytowym jest słabsze niż z innymi rodzajami ceramiki. Dlatego też proponuje się różne metody rozwinięcia powierzchni tlenku cyrkonu w celu uzyskania wysokiej wytrzymałości połączenia ze szkliwem i zębiną, dobrego

przylegania brzeżnego i szczelności. Autorzy podają, że polepszenie połączenia między kompozytem a powierzchnią tlenku cyrkonu występuje po wcześniejszym zastosowaniu: piaskowania tlenkiem glinu (36, 37), lasera Er:YAG (38), trawienia na gorąco (35), piaskowania oraz nałożeniu primera zawierającego monomery fosforanowe (16, 39-41). Piaskowanie powierzchni tlenku cyrkonu może jednak mieć skutki uboczne w postaci powstawania mikropęknięć, szczelin i zmian strukturalnych (33). Transformacja strukturalna może powodować starzenie się materiału, obniżając jego właściwości mechaniczne i siły połączenia z cementem (12, 15, 40-43). Brak jest jednak długoterminowych badań *in vivo* wskazujących jednoznacznie na efektywność mechanicznej aktywacji powierzchni tlenku cyrkonu (16-17) i decyzję o jej wykorzystaniu musi podjąć sam lekarz.

Ze względu na fakt, że tlenek cyrkonu reaguje z monomerami fosforanowymi (15, 16, 19, 34, 37, 40) użycie primerów przed cementowaniem poprawia jakość połączenia. Najnowsze badania sugerują użycie primera zawierającego monomer MDP z monomerem karboksylowym BPDM (bez dodatku silanu) oraz odpowiedniego cementu kompozytowego ze względu na najsilniejsze połączenie z tlenkiem cyrkonu (15, 16).

Dostarczoną z laboratorium odbudowę przed cementowaniem można osadzić na silikonie o niskiej lepkości, aby sprawdzić równomierne przyleganie i szczelność brzeżną. Należy sprawdzić okluzję używając kalki 35-40 um w maksymalnym zaguzkowaniu oraz w ruchach ekscentrycznych (1, 2).

Należy także w odpowiedni sposób przygotować filary protetyczne. Zaleca się oczyścić je pastą polerską, powierzchnie szkliva i zębiny wytrawić (30 i 15 sekund), opłukać i osuszyć i nałożyć dualny system wiążący (1-3). Po nałożeniu cementu i osadzeniu IRFPD na zębach filarowych można użyć specjalnej końcówki ultradźwiękowej do dokończenia procesu

cementowania (1). Po oczyszczeniu cementu nałożyć żel glicerynowy na brzegi, aby zapobiec tworzeniu warstwy inhibicji tlenowej (1) i z każdej strony spolimeryzować światłem przez 90s. Na zakończenie przepolerować granice odbudowy.

Wybierając do osadzania cement samoadhezyjny lub samotrawiący uzyskana wytrzymałość połączenia może okazać się niewystarczająca. Jak wykazały najnowsze badania większą wytrzymałość, jakość i trwałość można uzyskać, jeśli przed użyciem cementu samoadhezyjnego lub samotrawiącego zastosuje się klasyczne trawienie kwasem ortofosforowym i system wiążący 5 generacji; lub jeśli przed użyciem cementu samotrawiącego zaaplikuje się system wiążący 7 generacji (44).

Klasyczną procedurę adhezyjną przy osadzeniu IRFPD można zastosować w przypadku, kiedy elementy retencyjne są w całości lub chociaż na brzegach pokryte ceramiką szklaną. Takie postępowanie zalecają *Monaco* i wsp. (2, 3).

## Dyskusja

Współczesna stomatologia dąży do odtworzenia utraconych struktur zębów przy maksymalnym zachowaniu zdrowych tkanek twardych, ochronie miazgi i przyzębia. Wyzwaniem jest wykonanie stałego uzupełnienia protetycznego bardzo estetycznego, długotrwałego (z dużą retencją i mechaniczną odpornością) przy niewielkiej preparacji filarów.

Konstrukcja IRFPD pozwala realizować założenia procedury minimalnie inwazyjnej. Dzięki rezygnacji z metalu i zastosowaniu ceramiki efekt estetyczny jest w pełni satysfakcjonujący. Jednak czy akceptowalna jest wytrzymałość takiej odbudowy?

Podczas fizjologicznego żucia siły wywołane w obrębie zębów trzonowych wynoszą między 441 N a 981 N (1). Tlenek cyrkonu jest materiałem z najwyższą odpornością mechaniczną

spośród wszystkich porcelan tlenkowych, a jego odporność na złamanie osiąga wartości do 2000 N (20). W testach obciążenia *in vitro* mosty na podbudowie z tlenku cyrkonu oparte na wkładach koronowych odbudowujące brak zęba trzonowego lub przedtrzonowego wytrzymują obciążenia przekraczające fizjologiczne obciążenie podczas żucia pokarmów (8, 10-14). Odporność na złamanie jest tylko nieznacznie mniejsza niż dla tradycyjnych mostów metalo-ceramicznych, jednak spośród IRFPD jest największa (8). IRFPD z tlenku cyrkonu nie ulegają złamaniu przy obciążeniach rzędu 1200N (5, 8, 10), mniejsze wartości notuje się dla IRFPD na podbudowie metalowej, a dla IRFPD na podbudowie z ceramiki szklanej wzmocnionej dwukrzemianem litu notuje się wartości 4-krotnie mniejsze (8). Z uwagi na wysoki odsetek niepowodzeń i małą odporność nie zaleca się wykonywania IRFPD na podbudowie z ceramiki szklanej wzmocnionej dwukrzemianem litu (8, 14, 24, 25). W porównaniu natomiast do IRFPD na podbudowie z kompozytu wzmocnionego włóknem szklanym, cyrkonowe IRFPD charakteryzują się lepszą adaptacją brzeżną. Sztywniejsza podbudowa rozprządza mniejsze naprężenia na brzegi, przez co połączenie między zębem a podbudową jest stabilniejsze (7).

Podkreśla się znaczenie odpowiedniej preparacji zębów filarowych i prawidłowe zaprojektowanie konstrukcji odbudowy protezycznej. W badaniach *in vitro* dowiedziono, że największą retencję i odporność na złamanie osiąga się przy klasycznej preparacji wkładu koronowego z proksymalnym boksem. Niekorzystna jest preparacja bez boksa lub też jeśli preparacja nie jest rozprzestrzeniona poza boks proksymalny (12, 23). Bardzo duże znaczenie ma wielkość miejsca połączenia przęsła z elementem retencyjnym. Dla zapewnienia optymalnego rozłożenia obciążenia łącznik powinien mieć minimalną powierzchnię 9 mm<sup>2</sup> (1-3, 5, 10, 11, 13, 14, 19); zmniejszenie

wymiaru łącznika z 3x3 mm do 3x2 mm (szerokość x wysokość) skutkuje znacznym obniżeniem wytrzymałości IRFPD (13). Znaczenie ma także kształt podbudowy cyrkonowej – odpowiednia krzywizna przęsła od łącznika w kierunku dodziąsłowym (5). Autorzy podkreślają, że przy modelowej preparacji zębów filarowych oraz optymalnie zaprojektowanej konstrukcji podbudowy cyrkonowej siły żucia nie doprowadzą do złamania IRFPD (5,10). *Abou Tara* i wsp. (4) zaproponowali modyfikację w wykonaniu cyrkonowych IRFPD polegającą na preparowaniu dodatkowego miejsca na skrzydełka kotwiczące w szklawie na powierzchniach policzkowych i językowych/podniebiennych. Wyniki stosowania takiej konstrukcji okazały się bardzo obiecujące. W badaniach *in vivo* u 23 pacjentów osadzono adhezyjnie 3-punktowe mosty IRFPD na podbudowie z tlenku cyrkonu, licowane ceramiką skaleniową. Po 20 miesiącach nie wystąpiły komplikacje, które miałyby wpływ na funkcjonowanie mostów; jeden most uległ odcementowaniu (natychmiast zacementowano go ponownie), w dwóch mostach doszło do odprysnięcia ceramiki licującej. *Olmann* i wsp. (6) w badaniu *in vivo* wykonali 30 3-punktowych mostów IRFPD (uzupełniających brak pierwszego trzonowca) na podbudowie z tlenku cyrkonu pokrytych ceramiką tłoczoną, cementowanych adhezyjnie. Podczas 12-miesięcznego okresu obserwacji zanotowano następujące niepowodzenia: w 6 przypadkach odcementowanie pracy z możliwością ponownego zacementowania, w 4 przypadkach odprysnięcie ceramiki licującej, w 3 przypadkach złamanie mostu. *Augusti* i wsp. (1) opisując wykonanie jednego mostu IRFPD odbudowującego brak trzonowca po 2-letniej obserwacji zanotowali prawidłową szczelność brzeżną bez jakichkolwiek powikłań; natomiast *Monaco* i wsp. (2, 3) odnotowali sukces swoich odbudów po 3-letniej obserwacji klinicznej.

Należy podkreślić, że biorąc pod uwagę

wskazania mosty typu IRFPD można wykonać u ograniczonej liczby przypadków klinicznych, jednak stanowią one wtedy dobrą alternatywę tradycyjnego leczenia protetycznego.

## Podsumowanie

Sukces leczenia protetycznego z zastosowaniem mostów na podbudowie z tlenku cyrkonu wspartych na wkładach koronowych zależy nie tylko od odpowiedniej kwalifikacji przypadku, ale także od precyzji wykonania klinicznego (zaprojektowanie elementów retencyjnych, preparacja tkanek twardych zęba filarowego, prawidłowe osadzenie pracy), laboratoryjnego i współpracy z pacjentem. Bez wątplenia jednak IRFPD otwierają drogę prowadzącą do nowoczesnych, minimalnie inwazyjnych, funkcjonalnych, estetycznych, wolnych od metalu uzupełnień protetycznych. Konieczne są dalsze obserwacje kliniczne, aby móc właściwie ocenić skuteczność i wytrzymałość tej minimalnie inwazyjnej metody leczenia protetycznego.

## Piśmiennictwo

1. *Augusti D., Augusti G., Andrea B. i wsp.:* Inlay-Retained Fixed Dental Prosthesis: A Clinical Option Using Monolithic Zirconia. *Case Rep. Dent.*, 2014, 629786, 1-8.
2. *Monaco C., Cardelli P., Bolognesi M. i wsp.:* Inlay-retained zirconia fixed dental prosthesis: clinical and laboratory procedures. *Eur. J. Esthet. Dent.*, 2012, 7, 1, 48-60.
3. *Monaco C., Cardelli P., Özcan M. i wsp.:* Inlay-Retained Zirconia Fixed Dental Prostheses: Modified Designs for a Completely Adhesive Approach. *J. Can. Dent. Assoc.*, 2011, 77, b86.
4. *Abou Tara M., Eschbach S., Wolfart S., Kern M.:* Zirconia ceramic inlay-retained fixed dental prostheses – first clinical results with a new design. *J. Dent.*, 2011, 39, 3, 208-211.
5. *Thompson M.C., Thompson K.M., Swain M.:* The all-ceramic, inlay supported fixed partial denture. Part 1. Ceramic inlay preparation design: a literature review. *Aust. Dent. J.*, 2010, 55, 120-127.
6. *Ohlmann B., Rammelsberg P., Schmitter M. i wsp.:* All-ceramic inlay-retained fixed partial dentures: preliminary results from a clinical study. *J. Dent.*, 2008, 36, 9, 692-696.
7. *Monaco C., Krejci I., Bortolotto T. i wsp.:* Marginal adaptation of 1 fiber-reinforced composite and 2 all-ceramic inlay fixed partial denture systems. *Int. J. Prosthodont.*, 2006, 19, 4, 373-382.
8. *Kiliçarslan M.A., Kedici P.S., Küçükşen H.C., Uludağ B.C.:* *In vitro* fracture resistance of posterior metal-ceramic and all-ceramic inlay-retained resin-bonded fixed partial dentures. *J. Prosthet. Dent.*, 2004, 92, 4, 365-370.
9. *Rochette A.L.:* Attachment of a splint to enamel of lower anterior teeth. *J. Prosthet. Dent.*, 1973, 30, 418-423.
10. *Thompson M.C., Field C.J., Swain M.V.:* The all-ceramic, inlay supported fixed partial denture. Part 2. Fixed partial denture design: a finite element analysis. *Aust. Dent. J.*, 2011, 56, 302-311.
11. *Mehl C., Ludwig K., Steiner M., Kern M.:* Fracture strength of prefabricated all-ceramic posterior inlay-retained fixed dental prostheses. *Dent. Mater.*, 2010, 26, 67-75.
12. *Mohsen Ch:* Fracture resistance of three ceramic inlay retained fixed partial denture designs. An *in vitro* comparative study. *J. Prosthodont.*, 2010, 19, 7, 531-535.
13. *Puschmann D., Wolfart S., Ludwig K., Kern M.:* Load-bearing capacity of all-ceramic posterior inlay-retained fixed dental prostheses. *Eur. J. Oral Sci.*, 2009, 117, 3, 312-318.
14. *Wolfart S., Ludwig K., Uphaus A., Kern M.:* Fracture strength of all-ceramic posterior inlay-retained fixed partial dentures. *Dent. Mater.*, 2007, 23, 12, 1513-1520.
15. *Łagodzińska P., Bociong K., Dejak B.:* Wpływ

- składu primerów na wytrzymałość połączenia tlenku cyrkonu z cementami kompozytowymi. *Polim. Med.*, 2014, 44, 1, 13-20.
16. *Gawłowska P, Dejak B*: Ocena wytrzymałości połączenia dwutlenku cyrkonu z różnymi cementami kompozytowymi po zastosowaniu primerów. *Protet. Stomatol.*, 2013, LXIII, 3, 208-216.
  17. *Palomino D.M.E., Rayo H.G.*: Cementation of structures for zirconia-based fixed partial dentures. *Rev. Fac. Odontol. Univ. Antioq.*, 2013, 24, 2, 321-335.
  18. *Okoński P, Lasek K., Mierzwińska-Nastalska E.*: Kliniczne zastosowanie wybranych materiałów ceramicznych. *Protet. Stomatol.*, 2012, LXII, 3, 181-189.
  19. *Komine F, Blatz M.B., Matsumura H.*: Current status of zirconia-based fixed restorations. *J. Oral Sci.*, 2010, 52, 4, 531-539.
  20. *Lasek K, Okoński P, Mierzwińska-Nastalska E.*: Tlenek cyrkonu – właściwości fizyczne i zastosowanie kliniczne. *Protet. Stomatol.*, 2009, 59, 415-422.
  21. *Denry I, Kelly J.R.*: State of the art of zirconia for dental applications. *Dent. Mater.*, 2008, 24, 3, 299-307.
  22. *Stendera P, Grochowski P, Łomżyński Ł.*: Zastosowanie tlenku cyrkonu w protetyce stomatologicznej. *Protet. Stomatol.*, 2012, LXII, 2, 115-120.
  23. *Mohsen Ch.*: Vertical marginal gap & retention of ceramic full coverage & inlay retained ceramic fixed partial dentures. *Open J. Stomat.*, 2011, 1, 140-149.
  24. *Harder S, Wolfart S, Echbach S, Kern M.*: Eight-year outcome of posterior inlay-retained all-ceramic fixed dental prostheses. *J. Dent.*, 2010, 38, 875-881.
  25. *Wolfart S, Bohlsen F, Wegner S.M. i wsp.*: A preliminary prospective evaluation of all-ceramic crown-retained and inlay-retained fixed partial dentures. *Int. J. Prosthodont.*, 2005, 18, 6, 497-505.
  26. *Edelhoff D, Sorensen J.A.*: Tooth structure removal associated with various preparation designs for posterior teeth. *J. Prosthet. Dent.*, 2002, 22, 241-249.
  27. *Hopp C.D., Land M.F.*: Considerations for ceramic inlays in posterior teeth: a review. *Clin. Cosmet. Investig. Dent.*, 2013, 5, 21-32.
  28. *Edelhoff D, Spiekermann H, Yildirim M.*: Metal-free inlay-retained fixed partial dentures. *Quintessence Int.* 2001, 32, 269-281.
  29. *Dejak B*: Ocena wpływu szerokości ceramicznych wkładów koronowych na wytężenie zębów trzonowych w oparciu o metodę elementów skończonych. *Protet. Stomatol.*, 2007, LVII, 6, 408-418.
  30. *Dejak B*: Ocena wpływu głębokości zagłębień prostopadłościennych ceramicznych wkładów koronowych na naprężenia w trójwymiarowych modelach zębów trzonowych z wykorzystaniem metody elementów skończonych. *Protet. Stomatol.*, 2007, LVII, 3, 199-208.
  31. *Szczyrek P, Zadroga K, Mierzwińska-Nastalska E*: Cementowanie uzupełnień pełnoceramicznych – przegląd piśmiennictwa. Część II. *Protet. Stomatol.*, 2009, LIX, 1, 16-25.
  32. *Kim MJ, Kim YK, Kim KH, Kwon TY*: Shear bond strengths of various luting cements to zirconia ceramic: Surface chemical aspects. *J. Dent.* 2011, 39, 795-803.
  33. *Chintapalli R.K., Marro F.G., Jimenez-Pique E., Anglada M.*: Phase transformation and subsurface damage in 3Y-TZP after sandblasting. *Dent. Mater.*, 2013, 29, 566-572.
  34. *Kern M, Barloi A, Yang B.*: Surface conditioning influences zirconia ceramic bonding. *J. Dent. Res.*, 2009; 88, 817-822.
  35. *Casucci A, Osorio E, Osorio R. i wsp.*: Influence of different surface treatments on surface zirconia framework. *J. Dent.*, 2009, 37, 891-897.
  36. *Re D, Augusti D, Sailer I. i wsp.*: The effect of surface treatment on the adhesion of resin cements to Y-TZP. *Eur. J. Esthet. Dent.*, 2008,



- 3, 2, 186-196.
37. *Wolfart M, Lehmann F, Wolfart S, Kern M:* Durability of the resin bond strength to zirconia ceramic after using different surface conditioning methods. *Dent. Mater.*, 2007, 23, 1, 45-50.
38. *Akin H., Tugut F., Akin G.E. i wsp.:* Effect of Er:YAG laser application on the shear bond strength and microleakage between resin cements and Y-TZP ceramics. *Lasers Med. Sci.*, 2012, 27, 333-338.
39. *Zandparsa R., Talua N.A., Finkelman M.D., Schaus S.E.:* An *in vitro* comparison of shear bond strength of zirconia to enamel using different surface treatments. *J. Prosthodont.*, 2014, 23, 2, 117-123.
40. *Blatz MB, Chiche G, Holst S, Sadan A:* Influence of surface treatment and simulated aging on bond strengths of luting agents to zirconia. *Quintessence Int.*, 2007, 8, 745-753.
41. *Blatz M.B., Sadan A., Martin J., Lang B.:* In vitro evaluation of shear bond strengths of resin to densely sintered high-purity zirconium-oxide ceramic after long-term storage and thermal cycling. *J. Prosthet. Dent.*, 2004, 91, 356-362.
42. *Perdigao J., Fernandes S.D., Pinto A.M., Oliveira F.A.:* Effect of artificial aging and surface treatment on bond strengths to dental zirconia. *Oper. Dent.*, 2013, 38, 2, 168-176.
43. *Lughi V, Sergo V:* Low temperature degradation-aging – of zirconia: a critical review of the relevant aspects in dentistry. *Dent. Mater.*, 2010, 26: 807-820.
44. *Sokołowski G., Pacyk A., Łapińska B. i wsp.:* Wpływ samotrąjących systemów wiążących na połączenie cementów samoadhezyjnych z zębina. *Protet. Stomatol.*, 2014, LXIV, 3, 186-194.

Zaakceptowano do druku: 16.02.2015 r.

Adres autora: 31-135 Kraków, ul. Batorego 3.

© Zarząd Główny PTS 2015.