

Wytrzymałość i szczelność endokoron na podstawie piśmiennictwa

Fracture resistance and adaptation of endocrowns based on a review of the literature

Piotr Napadlek, Błażej Gajos, Michał Biały, Zdzisław Artur Bogucki

Katedra Protetyki Stomatologicznej, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu
Department of Prosthetic Dentistry, Wrocław Medical University
Kierownik: prof. dr hab. n. med. *Włodzimierz Więckiewicz*

HASŁA INDEKSOWE:

leczenie protetyczne, endokorona, odbudowa zębów trzonowych

KEY WORDS:

prosthetic treatment, endocrown, restoration of molar teeth

Streszczenie

Endokorona jest to stałe uzupełnienie protetyczne odbudowujące brakującą część tkanek twardych zęba. Wyróżnia się endokorony kompozytowe, kompozytowe wzmacniane włóknem szklanym oraz ceramiczne. Celem pracy była analiza wytrzymałości i szczelności endokoron, na podstawie dostępnego piśmiennictwa, które zostało wyszukane za pomocą serwisów: PubMed, NCBI, Ebsco i Ovid. Autorzy, w oparciu o najnowsze publikacje polskie oraz zagraniczne, analizują wytrzymałość i szczelność endokoron, jako alternatywnej metody leczenia protetycznego względem wkładów koronowo-korzeniowych i koron protetycznych. W pracy przedstawiono krótką charakterystykę endokoron i przeanalizowano wyniki badań ich wytrzymałości mechanicznej i szczelności brzeżnej. Zalety endokoron to minimalnie inwazyjne preparacja, duża wytrzymałość mechaniczna, korzystna dystrybucja napięcia w obrębie zachowanych tkanek twardych zęba oraz wysoka szczelność brzeżna. Dzięki tym cechom, endokorona jest polecanym rodzajem uzupełnienia protetycznego do odbudowy zębów trzonowych leczonych endodontycznie. Przeprowadzona przez autorów analiza piśmiennictwa wskazuje na możliwość wykorzystania endokoro-

Summary

The endocrown is a fixed prosthetic restoration, reconstructing the missing part of dental hard tissues. We distinguish composite, glass fiber-reinforced composite, and ceramic endocrowns. The aim of the study was to analyze fracture resistance and adaptation of the endocrowns, based on the literature reports found in PubMed, NCBI, Ebsco and Ovid services. Basing on the most recent Polish and foreign publications, the study reviews endocrowns and analyzes the test results of their mechanical strength and marginal seal. The advantages of endocrowns include the minimally invasive tooth preparation, high mechanical strength and more favourable distribution of stresses within the preserved part of the tooth. They ensure good marginal adaptation. Thanks to these features, the endocrown is a highly recommendable type of prosthetic restorations in molar teeth after endodontic treatment. The analysis of the literature indicates the possibility of using endocrowns as an alternative method of restoring endodontically treated molars that offers many advantages over the conventional methods of prosthetic rehabilitation.

ny jako alternatywnej metody odbudowy zębów trzonowych po leczeniu endodontycznym, która może przynieść wiele korzyści względem klasycznych metod leczenia.

Wstęp

Endokorona jest to stałe uzupełnienie protezyczne wewnątrzkoronowe, które przypomina odbudowę typu onlay lub overlay kotwiczoną w komorze zęba, odbudowującego brakującą część tkanek twardych zęba. Wskazaniem do wykonania endokorony są: zniszczone w ponad 50% korony zębów bocznych, niskie korony zębów, brak miejsca w zwarciu oraz korzenie zobliterowane, krótkie i zakrzywione. Przeciwwskazaniem do jej zastosowania jest brak wystarczającej ilości tkanek twardych zęba, komora płytsza niż 3 milimetry lub brak możliwości przeprowadzenia w warunkach suchych cementowania adhezyjnego.¹ Wyróżnia się endokorony kompozytowe, kompozytowe wzmacniane włóknem szklanym oraz ceramiczne. Ceramika stosowana do ich wykonania to: ceramika skalenkowa, szklana, ceramika szklana wzmacniana dwukrzemianem litu lub ceramika tlenkowa.¹ Technologicznie endokorona może być wymodelowana warstwowo z kompozytu, powstać w technice spiekania, tłoczenia lub w technologii CAD/CAM. Endokoronę wykonuje się metodą bezpośrednią w jamie ustnej pacjenta, metodą bezpośrednio-pośrednią (wycisk, model z materiału szybko wiążącego i modelowanie w gabinecie) lub metodą pośrednią z wykorzystaniem laboratorium technicznego.¹ Do zalet endokoron należą: bardzo oszczędna preparacja korony zęba, brak preparacji w kanałach korzeniowych, co eliminuje ryzyko perforacji korzenia lub rozszerzenia wypełnienia kanałów korzeniowych oraz mniejsze ryzyko pęknięcia lub złamania korzenia w wyniku przeniesienia nadmiernych sił żucia z wkładu koronowo-korzeniowego na osłabione w wyniku

preparacji ściany korzenia.² Endokorona eliminuje również konieczność agresywnego szlifowania korony zęba pod koronę protetyczną, a ilość tkanek twardych ujmowanych podczas preparacji pod endokoronę jest minimalna i obejmuje obniżenie ścian osiowych zęba o około 2 mm, zaokrąglenie przejść pomiędzy ścianami zęba i wykonanie niewielkiego stopnia na powierzchniach zewnętrznych zęba.³⁻⁸ Wadą endokoron jest brak możliwości ich zastosowania do odbudowy zębów w większym stopniu zniszczonych, możliwość odcementowania i ryzyko złamania. Ilość zachowanych tkanek twardych zęba determinuje możliwość wykorzystania lub wykluczenie endokorony jako odbudowy protetycznej. Istnieje wiele podziałów ubytków i związanych z nimi możliwości terapeutycznych.^{9,10} W przypadku znacznej utraty tkanek twardych zęba wskazane jest wykonanie niewielkich zagłębień w kanałach korzeniowych na około 1-2 mm, szczególnie w przypadku zębów przedtrzonowych. Utrata tkanek twardych zęba poniżej linii dziąsła stanowi wskazanie do wykonania nadbudowy kompozytowej podnoszącej granicę endokorony powyżej linii dziąsła (deep margin elevation). Dzięki temu endokorona jest rekonstrukcją minimalnie inwazyjną i w całości zlokalizowaną naddziąsłowo. Preparacja i kontrola gotowej pracy przebiegają pod kontrolą wzroku (naddziąsłowa granica preparacji), wycisk jest pobierany w warunkach względnie suchych, a cementowanie adhezyjne nie jest zagrożone kontaminacją pola operacyjnego śliną. Zmniejsza to również potencjalnie drażniące działanie pracy protetycznej na tkanki przyzębia. Endokorona jest cementowana adhezyjnie do tkanek twardych zęba z wykorzystaniem komory zęba, która rozwija powierzchnię

adhezji.^{6,7,11,12} Do cementowania najczęściej wykorzystywane są cementy kompozytowe o podwójnym systemie wiązania (światło-chemoutwardzalne) lub kompozyty podgrzewane w podgrzewaczach do kompozytu.¹³⁻¹⁵

Cel pracy

Celem pracy była analiza wytrzymałości i szczelności endokoron na podstawie dostępnego piśmiennictwa.

Wytrzymałość endokoron

Wyniki badań przeprowadzonych w warunkach *in vitro* z wykorzystaniem analizy elementów skończonych sugerują dużą wytrzymałość mechaniczną tego typu rekonstrukcji protetycznych.^{6,9} *Dejak i Młotkowski*¹⁶ w badaniach z wykorzystaniem elementów skończonych wykazali większą wytrzymałość mechaniczną zębów trzonowych odbudowanych za pomocą endokoron ceramicznych niż za pomocą wkładów koronowo-korzeniowych z włókna szklanego i koron ceramicznych. Powyższe wyniki badań pokrywają się z wynikami badań innych zespołów badawczych.^{11,17-19} Badania *Sedrez-Porto i wsp.*²⁰ wykazały podobną wytrzymałość mechaniczną na złamanie endokoron kompozytowych i ceramicznych z dwukrzemianu litu, ale te drugie sprzyjały wystąpieniu nieodwracalnych uszkodzeń mechanicznych zęba. Również badania *Aktasa i wsp.* nie wykazały istotnych statystycznie różnic w wytrzymałości mechanicznej pomiędzy endokoronami wykonanymi z różnych materiałów.²¹ Nie potwierdzają tego wyniki innych zespołów badawczych, które wykazały większą wytrzymałość na złamanie w wyniku działania sił okluzyjnych endokoron ceramicznych niż kompozytowych.²²⁻²⁵ Ta sama grupa badawcza stwierdziła brak zależności pomiędzy wytrzymałością rekonstrukcji a grubością materiału. *Dartora i wsp.*²⁶ wykazali związek pomiędzy większym zakotwiczeniem endokoron

w komorze zęba a korzystniejszym rozkładem napięć i większą wytrzymałością mechaniczną endokorony. *Marco i wsp.*²⁷ wykazali porównywalną wytrzymałość mechaniczną endokoron ceramicznych i kompozytowych przy obciążeniach osiowych, a znacznie mniejszą wytrzymałość tych drugich przy obciążeniach bocznych. Endokorony z tlenku cyrkonu charakteryzuje większa wytrzymałość mechaniczna na złamania niż w przypadku endokoron wykonanych z ceramiki feldszpatowej.²⁸ Wzrost odległości pomiędzy połączeniem endokorona – ząb a miejscem przyłożenia siły bocznej powoduje bardziej destrukcyjne skutki jej działania.^{29,30} Według *Zhu i wsp.*³¹ użycie materiałów o wzrastającym współczynniku sprężystości prowadzi do silniejszego połączenia pomiędzy endokoroną, a tkankami twardymi zęba. W związku z powyższym, endokorony kompozytowe, w odróżnieniu od ceramicznych, z większym prawdopodobieństwem ulegną odcementowaniu pod wpływem dużych sił okluzyjnych, ale najprawdopodobniej nie spowodują one uszkodzenia tkanek zęba. Wyniki badań części autorów sugerują większe prawdopodobieństwo niepowodzenia w odbudowie zębów przedtrzonowych niż trzonowych z uwagi na mniejszą powierzchnię adhezji i niekorzystny stosunek wysokości korony anatomicznej do szerokości w przypadku tych pierwszych.^{17,32,33} Bardzo duży wpływ na wytrzymałość mechaniczną zębów leczonych endodontycznie ma obecność tkanek twardych zęba powyżej linii dziąsła, niezależnie od rodzaju wykonanej odbudowy protetycznej.³⁴⁻³⁶ *Balleflamme i wsp.*¹³ na podstawie swoich 10-letnich obserwacji stwierdzili, że endokorony stanowią dobre rozwiązanie protetyczne u pacjentów z bruksizmem, niekorzystnymi warunkami zwarciovymi i znaczną utratą tkanek twardych zębów trzonowych oraz przedtrzonowych. Granica preparacji pod endokoronę w kształcie stopnia typu shoulder zwiększa wytrzymałość mechaniczną rekonstrukcji.³⁷

Szczelność endokoron

Wyniki badań szczelności brzeżnej endokoron wskazują na dużą szczelność tego rodzaju uzupełnień protetycznych.^{32,38} Wzrost objętości endokorony wpływa na spadek szczelności brzeżnej.³⁹⁻⁴¹ Wyniki badań sugerują brak istotnych statystycznie różnic w szczelności brzeżnej oraz wewnętrznej endokoron wykonanych z różnych rodzajów ceramiki, a dodatkowe dostosowanie tych uzupełnień protetycznych redukuje nieszczelność i różnice w szczelności pomiędzy endokoronami wykonanymi z ceramiki feldszpatowej, szklanej i cyrkonowej.⁴²⁻⁴⁴ *Saglam* i wsp.⁴³ wykazali większą szczelność brzeżną endokoron ceramicznych wykonanych w systemie CAD/CAM, od tych wykonanych z ceramiki tłoczonej termicznie. Wskazuje to na większe znaczenie techniki, w której została wykonana praca niż rodzaju użytej ceramiki. Endokorony ceramiczne wykazują większą szczelność względem endokoron kompozytowych. Niezależnie od użytego materiału, szczelina brzeżna i wewnętrzna jest klinicznie akceptowalna (poniżej 150 mikronów), a największe wartości przyjmuje pomiędzy endokoroną a dnem komory zęba.^{44,45} Poddanie endokorony obciążeniu bodźcami termo-mechanicznymi prowadzi do obniżenia szczelności brzeżnej do poziomu akceptowalnego, niezależnie od materiału użytego do jej wykonania.^{40,43} Zaobserwowano istotny statystycznie związek pomiędzy obniżeniem szczelności brzeżnej endokorony a spadkiem jej wytrzymałości mechanicznej na złamanie.⁴³ *Gaintantzopoulou* i wsp.⁴⁶ wykazali statystycznie istotny spadek szczelności endokoron z preparacją głębszą o 1 i 2 milimetry do wnętrza kanałów w porównaniu z preparacją na 2 milimetry w obrębie komory zęba. Preparacja dokanałowa zmniejsza zarówno szczelność brzeżną, jak i wewnętrzną. Wyniki te pokrywają się z wynikami badań *Shina* i wsp.,³⁹ którzy stwierdzili istotny spadek szczelności endokoron w zależności od głębokości preparacji

(grupy badawcze z dwu- i jednomilimetrową preparacją). Odmienne wyniki badań uzyskał *Ghajghouj* i wsp.,⁴⁷ którzy wykazali brak związku pomiędzy głębokością preparacji, a szczelnością odbudowy dla preparacji o głębokości dwóch i trzech milimetrów. Autorzy stwierdzili także większą szczelność prac cementowanych z użyciem cementów adhezyjnych w mniejszym stopniu absorbujących wodę (zawierających alifatyczny dimetacrylan bez grup fosfatowych i hydroksylowych, jak Panavia V5) od tych, cementowanych za pomocą cementów zawierających w swoim składzie związki znacznie absorbujące wodę (alkaliczne wypełniacze, 4-metacryloxyetyl, jak GC cement). Po cementowaniu maleje szczelność brzeżna z uwagi na obecność określonej grubości warstwy cementu,⁴⁸ natomiast inni autorzy uważają, że cementowanie nie obniża szczelności brzeżnej endokorony.³⁹

Podsumowanie

Przeprowadzona analiza piśmiennictwa wskazuje na możliwość zastosowania endokorony jako alternatywnej metody odbudowy zębów trzonowych leczonych endodontycznie. Zaletą endokorony jest minimalnie inwazyjna i oszczędzająca tkanki twarde zęba preparacja, duża wytrzymałość mechaniczna i korzystniejszy rozkład napięć w obrębie zachowanej części zęba oraz wysoka szczelność brzeżna i wewnętrzna w porównaniu z odbudową wykorzystującą wkład koronowo-korzeniowy i koronę protetyczną. Dzięki tym właściwościom endokorona jest rozwiązaniem bezpieczniejszym dla zęba i obciążonym mniejszym ryzykiem złamania lub pęknięcia korzenia, czy zachowanej części koronowej zęba. Stwierdzono rozbieżność w opiniach autorów dotyczących możliwości zastosowania endokoron do odbudowy zębów przedtrzonowych leczonych endodontycznie. Wydaje się, że w zależności od ilości zachowanych tkanek zęba

i związanej z tym powierzchni adhezji oraz warunków zwarciowych, endokorona może stanowić lepsze rozwiązanie protetyczne, jednak przy znacznej utracie tkanek twardych zęba, może być konieczne wykonanie wkładu koronowo-korzeniowego i korony protetycznej. Brak również jednoznacznych wskazań do wyboru konkretnego rodzaju ceramiki lub kompozytu do wykonania endokorony, gdyż każdy z tych materiałów posiada wady i zalety, a decyzja powinna być podjęta indywidualnie dla każdego pacjenta. Kliniczne zastosowanie endokoron stanowi zagadnienie wymagające dalszych badań.

Piśmiennictwo

1. *Dejak B*: Vademecum wykonywania protez stałych i ruchomych. Med Tour Press International 2020; 65-67.
2. *Tribst JP, Dal Piva AD, Madruga CFL, Valera MC, Borges A, Bresciani E, de Melo RM*: Endocrown restorations: Influence of dental remnant and restorative material on stress distribution. *Dent Mater* 2018; 34; 1466-1473.
3. *Fages M, Bennasar B*: The endocrown: A different type of all-ceramic reconstruction for molars. *J Can Dent Assoc* 2013; 79 d 140.
4. *Fernandes da Cunha L, Gonzaga CC, Pissaiá JF, Correr GM*: Lithium silicate endocrown fabricated with a CAD-CAM system: A functional and esthetic protocol. *J Prosthet Dent* 2017; 118; 131-134.
5. *Żarow M, Devoto W, Saracinelli M*: Reconstrucion of endodontically treated posterior teeth- with or without post? Guidelines for the dental practitioner. *Eur J Esthet Dent* 2009; 4; 312-327.
6. *Irmaleny, Zuleika, Ardjanggi S., Mardiyah AA, Wahjuningrum DA*: Endocrown restoration on postendodontics treatment on lower first molar. *J Int Soc Prev Community Dent* 2019; 9; 303-310.
7. *Tzimas K, Tsiafitsa M, Gerasimou P, Tsitrou E*: Endocrown restorations for extensively damaged posterior teeth: clinical performance of three cases. *Restor Dent Endod* 2018; 43; 303-310.
8. *Zoidis P, Bakiri E, Polyzois G*: Using modified polyetheretherketone (PEEK) as an alternative material for endocrown restorations: A short-term clinical report. *J Prosthet Dent* 2017; 117; 335-339.
9. *Naumann M*: Kiedy wskazane są wkłady koronowo-korzeniowe – klasyfikacja i koncepcja terapeutyczna. *Quint* 2003; 6; 327-334.
10. *Lander E, Dietschi D*: Endocrowns: a clinical report. *Quint Int* 2008; 39; 99-106.
11. *Chia-Yu C, Jau-Shing K, Yang-Sung L, Yen-Hsiang C*: Fracture resistance and failure modes of CEREC end-crowns and conventional post and core-supported CEREC crowns. *J Dent Sci* 2009; 4; 110-117.
12. *Dogui H, Abdelmalek F, Amor A, Douki N*: Endocrown: An alternative approach for restoring endodontically treated molars with large coronal destruction. *Hindavi Case reports in dentistry* 2018; article ID 1581952.
13. *Belleflamme MM, Geerts SO, Louwette MM, Grenade CF, Vanheusden AJ, Maionjot AK*: No post-no core approach to restore severely damaged posterior teeth: An up to 10-year retrospective study of documented endocrown cases. *J Dent* 2017; 63; 1-7.
14. *Roopak CB, Mohan TN, Shamina P, Roshni S, Shiny B, Rajani R*: Restoration of endodontically treated molars using all ceramic crowns. *Hindavi Case reports in dentistry* 2013; article ID 210763.
15. *Dzieciatkowska M*: Endokorona jako odbudowa zęba po leczeniu kanałowym-metoda postępowania dla każdego. *Mag Stomatol* 2013; 3; 76-81.
16. *Dejak B, Młotkowski A*: 3D-Finite element analysis of molars restored with endocrowns and posts during masticatory simulation. *Dent Mater* 2013; 29; 309-3017.
17. *Biacchi GR, Basting RT*: Comparison of frac-

- ture strength of endocrowns and glass fiber post – retained conventional crowns. *Oper Dent* 2012; 37; 130-136.
18. *Helal MA, Wang Z*: Biomechanical assessment of restored mandibular molar by endocrown in comparison to a glass fiber post-retained conventional crown: 3D finite elements analysis. *J Prosthodont* 2017; 00; 1-9.
19. *El Ghoul W, Ozcan M, Silwadi M, Salameh Z*: Fracture resistance and failure modes of endocrowns manufactured with different CAD/CAM materials under axial and lateral loading. *J Esthet Restor Dent* 2019; 1-10.
20. *Sedrez-Porto JA, Munchoe EA, Valente LL, Cenci MS*: New material perspective for endocrown restorations: effects on mechanical performance and fracture behavior. *Braz Oral Res* 2019; 33: 1-12.
21. *Aktaz G, Yerlikaya H, Akca K*: Mechanical failure of endocrowns manufactured with different ceramic materials: An in Vitro biomechanical study. *J Prosthodont* 2018; 27; 340-346.
22. *Johnson AC, Versluis A, Tantbirojn D, Ahuja S*: Fracture strength of CAD/CAM composite and composite-ceramic occlusal veneers. *J Prosthodont Res* 2014; 58: 107-114.
23. *Skalskyi V, Makeev V, Stankevych O*: Features of fractures of prosthetic tooth-endocrown constructions by means of acoustic emission analysis. *Dent Mater* 2018; 34; 46-55.
24. *Lise DP, Van Ende A, De Munk J, Suzuki Umeda TY, Vieira Cardoso LC, van Meerbeek B*: Biomechanical behavior of endodontically treated premolars using different preparation designs and CAD/CAM materials. *J Dent* 2017; 59; 54-61.
25. *Alyier M, Erol F, Yildirim G, Dalkilic EE*: Fracture resistance and failure modes of lithium disilicate or composite crowns. *Niger J Clin Pract* 2018; 21; 821-826.
26. *Dartora NR, de Conto Ferreira MB, Moris Mauricio IC, Brazao EH, Spazin AO, Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YT, Gomas EA*: Effect of intracoronary depth of teeth restored with endocrowns on fracture resistance: In vitro and 3-dimensional finite element analysis. *J Endod* 2018; 44; 1179-1185.
27. *Gresnigt Marco MM, Ozcan M, Mieke van de Houten LA, Schipper L, Cune MS*: Fracture strength, failure type and Weibull characteristics of lithium disilicate and multiphase resin composite endocrowns under axial and lateral forces. *Dent Mater* 2016; 32; 607-614.
28. *Kanat-Erturk B, Saridag S, Koseler E, Yigit D, Avcu E, Avcu YY*: Fracture strengths of endocrown restorations fabricated with different preparation depths and CAD/CAM materials. *Dent Mater J* 2018; 37; 256-265.
29. *Hasan I, Frentzen M, Utz KH, Hoyer D, Langenbach A, Bourauel C*: Finite elements analysis of adhesive endo-crowns of molars at different heights levels of buccally applied load. *J Dent Biomech* 2012; 3; doi: 10.1177/1758736012455421.
30. *Da Fonseca GF, Dal Piva AM, Tribst JP, Borges AL*: Influence of restoration height and masticatory load orientatuin on ceramic endocrowns. *J Contemp Dent Pract* 2018; 19; 1052-1057.
31. *Zhu J, Rong Q, Wnag X, Gao X*: Influence of remaining tooth structure and restorative material type on stress distribution in endodontically treated maxillary premolars: A finite elements analysis. *J Prosthet Dent* 2017; 117; 646-655.
32. *Rocca GT, Daher R, Saratti CM, Sedlacek R, Suchy T, Fejlzer AJ, Krejci I*: Restoration of severely damaged endodontically treated premolars: The influence of the endo-core length on marginal integrity and fatigue resistance of lithium disilicate CAD-CAM ceramic endocrowns. *J Dent* 2018; 68: 41-50.
33. *Fernandes da Fonseca G, Schmitt de Andrade G, Dal Piva AM, Tribst Mendes JP, Borges Souto AL*: Computer-aided design finite element modeling of different approaches to

- rehabilitate endodontically treated teeth. *J Indian Prosthodont Soc* 2018; 18; 329-335.
34. *Abdel-Aziz M, Abbo-Elmagd AA*: Effect of endocrowns and glass fiber post-retained crowns on the fracture resistance of endodontically treated premolars. *Egypt Dent J* 2015; 6; 13203-13210.
35. *Einhorn M, DuVall N, Wajdowicz M, Brewster J, Roberts H*: Preparation Ferrule design effect on endocrown Failure Resistance. *J Prosthodont* 2019; 28; 237-242.
36. *Carvalho MA, Lazari PC, Gresnigt M, Del Bel Cury AA, Magne P*: Current options concerning the endodontically-treated teeth restoration with the adhesive approach. *Braz Oral Res* 2018; 32: 147-158.
37. *Taha D, Spintzyk S, Schille C, Sabet A, Wahsh M, Salah T, Geis-Gerstorfer J*: Fracture resistance and failure modes of polymer infiltrated ceramic endocrown restorations with variations in marginal design and occlusal thickness. *J Prosthodont Res* 2018; 62; 293-297.
38. *Rocca GT, Saratti CM, Poncet A, Feilzer AJ, Krejci I*: The influence of FRCs reinforcement on marginal adaptation of CAD/CAM composite resin endocrowns after simulated fatigue loading. *Odontol* 2016; 104; 220-232.
39. *Shin Y, Sungho P, Jeong-Won P, Kwang Mahn K, Young-Bum P, Byoung-Duck R*: Evaluation of the marginal and internal discrepancies of CAD/CAM endocrowns with different cavity depths: A in vitro study. *J Prosthet Dent* 2017; 117: 109-115.
40. *Taha D, Spintzyk S, Sabet A, Whsh M, Salah T*: Assessment of marginal adaptation and fracture resistance of endocrown restorations utilizing different machinable blocks subjected to thermomechanical aging. *J Esthet Restor Dent* 2018; 30; 319-328.
41. *Zimmermann M, Valcanaia A, Neiva G, Mehl A, Fasbinder D*: Three-dimensional digital evaluation of the fit of endocrowns fabricated from different CAD/CAM materials. *J Prosthodont* 2019; 28; 504-509.
42. *Hasanzadeh M, Moharrami M, Alikhasi M*: Evaluation of Marginal and Internal Adaptation of Endocrowns Fabricated from Three Different CAD/CAM Materials. *European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry* 2019; 27; 164-171.
43. *Saglam G, Cengiz S, Karacaer O*: Marginal adaptation and fracture strength of endocrowns manufactured with different restorative materials: SEM and mechanical evaluation. *Microsc Res Tech* 2020; 1-7.
44. *Hasanzadeh M, Sahebi M, Alikhasi M*: Comparative evaluation of the internal and marginal adaptations of CAD/CAM endocrowns and crowns fabricated from three different materials. *Int J Prosthodont* 2020 12 19.
45. *El Ghoul WA, Ozcan M, Ounsi H, Tohme H, Salameh Z*: Effect of different materials on marginal and internal adaptation of endocrown restorations: An in vitro study. *J Prosthet Dent* 2020; 123; 128-134.
46. *Gaintantzopoulou MD, El-Damanhoury HM*: Effect of preparation depth on the marginal and internal adaptation of Cad/CAM endocrowns. *Oper Denti* 2016; 41-6; 607-616.
47. *Ghajghouj O, Tasar-Faruk S*: Evaluation of fracture resistance and microleakage of endocrowns with different intracoronary depths and restorative materials luted with various resin cements. *Materials* 2019; 12; 2528.
48. *Quintas AF, Oliveira F, Bottino MA*: Vertical marginal discrepancy of ceramic copings with different ceramic materials, finish lines and luting agents: an in-vitro evaluation. *J Prosthet Dent* 2004; 92; 250-257.

Zaakceptowano do druku: 7.12.2020 r.

Adres autorów: 50-425 Wrocław, ul. Krakowska 26.

© Zarząd Główny PTS 2020.