

# Analiza porównawcza zastosowania różnych rodzajów wkładów koronowo-korzeniowych – przegląd piśmiennictwa

## Comparative analysis of the use of various types of post-and-core prosthetic restorations – literature review

*Zuzanna Piotrkowicz, Dariusz Rolski*

Katedra Protetyki Stomatologicznej, Warszawski Uniwersytet Medyczny

Department of Prosthodontics, Medical University of Warsaw

Kierownik: prof. dr hab. n. med. *Jolanta Kostrzeva-Janicka*

---

---

### HASŁA INDEKSOWE:

wkład koronowo-korzeniowy, wkład z włókna szklanego, ferrule, CAD/CAM

---

---

### KEY WORDS:

post-and-core, glass fiber post, ferrule, CAD/CAM

---

---

### Streszczenie

*Wkład koronowo-korzeniowy jest niesamodzielnym uzupełnieniem protetycznym, które może być prefabrykowane lub wykonywane indywidualnie przy udziale laboratorium protetycznego. Niezależnie od sposobu wykonania, składa się on z części koronowej i korzeniowej, która powinna być co najmniej równa wysokości przyszłej korony klinicznej zęba. Podczas opracowania zęba pod wkład koronowo-korzeniowy, niezwykle istotne jest pozostawienie maksymalnej ilości wydolnych biomechanicznie naddziąsłowych twardych tkanek zęba. Istnieje wiele rodzajów wkładów koronowo-korzeniowych. Najczęściej stosowane są wkłady koronowo-korzeniowe metalowe lane, a także prefabrykowane wkłady z włókna szklanego o określonej stożkowatości. Rozwój cyfrowej technologii CAD/CAM umożliwił wykorzystanie nowoczesnych elastycznych materiałów do wykonawstwa wkładów koronowo-korzeniowych. W piśmiennictwie jednak mało jest dostępnych o tej tematyce artykułów. Dzięki możliwości zastosowania zarówno metod analogowych, jak i cyfrowych lekarz może zaproponować pacjentowi wiele możliwości leczenia protetycznego. Nowoczesne materiały stomatologiczne umożliwiają wykorzystanie nowych rozwiązań leczniczych, przez co usprawniają pracę lekarza oraz podnoszą komfort leczenia pacjenta.*

---

---

### Summary

*The post-and-core is a non-independent prosthetic restoration that can be prefabricated or customized with the participation of a prosthetic laboratory. Regardless of the method of preparation, it consists of a crown and a root part, which should be at least equal to the height of the future clinical crown of the tooth. When preparing a tooth for a post-and-core, it is extremely important to maintain the maximum amount of biomechanically efficient supragingival hard tooth tissue. There are various types of post-and-cores. The most popular are cast metal customized post-and-cores, as well as prefabricated fiberglass inserts with a specific conicity. The development of digital CAD/CAM technology has enabled the use of modern flexible materials for the production of post-and-cores. Unfortunately, there are still few articles on this topic. Because of the possibility of using both analog and digital methods, the dentist is able to offer the patient many prosthetic treatment options. Modern dental materials enable the use of new therapeutic solutions, which improves the dentist's work and increases the comfort of patient's treatment.*

## Wstęp

Postęp i cyfryzacja w stomatologii spowodowały powstanie wielu nowych metod wykonywania adhezyjnych uzupełnień protetycznych, niemniej jednak duża grupa lekarzy dentystów nadal sięga po tradycyjne metody retencyjne dla koron i mostów. Wkłady koronowo-korzeniowe są niesamodzielnymi uzupełnieniami protetycznymi, które pełnią funkcję retencyjną dla odbudowy zęba koroną protetyczną lub wykorzystywane są jako filar mostu. Warunkiem bezwzględny zastosowania wkładów koronowo-korzeniowych jest uprzednie prawidłowe leczenie endodontyczne zęba filarowego.<sup>1</sup> Mogą być prefabrykowane lub wykonywane indywidualnie przy udziale laboratorium protetycznego. Niezależnie od sposobu wykonania, składają się one z części koronowej i korzeniowej, która powinna być co najmniej równa wysokości przyszłej korony klinicznej zęba. Prawidłowe opracowanie filaru pod wkład koronowo-korzeniowy powinno być wykonane zgodnie z zasadami stomatologii minimalnie inwazyjnej, aby nie dopuścić do zmniejszenia wytrzymałości tkanek twardych i zwiększenia ryzyka pęknięcia lub złamania zęba.<sup>2</sup> Wbrew powszechnej opinii, wkład koronowo-korzeniowy nie powoduje wzmocnienia zęba, stanowi natomiast element retencyjny dla korony i umożliwia rozłożenie sił okluzyjnych na całą długość korzenia, tworząc funkcjonalną i czynnościową całość pod względem biomechanicznym. Niemniej jednak, im większa długość wkładu koronowo-korzeniowego, tym odbudowany ząb może przyjąć większe wartości sił niszczących.<sup>3</sup> Podczas opracowywania zęba pod wkład koronowo-korzeniowy, bardzo ważne jest pozostawienie maksymalnej ilości wydolnych biomechanicznie tkanek korony klinicznej. Im więcej zachowanych twardych tkanek naddziąsłowych zęba (ang. ferrule – obręcz), tym mniejsze oddziaływanie

sił nacisku na dodziąsłowy brzeg zęba i większa szansa powodzenia zabiegu oraz długoczasowe zachowanie zęba w jamie ustnej.

Celem pracy było porównanie zastosowania różnych rodzajów wkładów koronowo-korzeniowych, sposobu preparacji kanału korzeniowego i powierzchni nośnej korzenia, materiałów użytych do wykonania wkładów i sposobów ich cementowania w odniesieniu do długoczasowego sukcesu terapeutycznego w leczeniu protetycznym zębów po leczeniu endodontycznym.

Dokonano przeglądu piśmiennictwa dostępnego w bazie PubMed w języku angielskim oraz artykułów opublikowanych w czasopiśmie stomatologicznym w języku polskim w okresie 2017-2024. Posłużono się hasłami (terminy MeSH): „post and core” AND „cast post”; „glass fiber post” AND „PEEK”; „CAD/CAM” AND „treatment”. Wyłonione publikacje poddano filtrowaniu po tytule i/lub abstrakcie. Do przeglądu włączono prace oryginalne, przeglądy piśmiennictwa oraz zalecenia i rekomendacje towarzystw naukowych.

Podczas opracowania zęba pod wkład koronowo-korzeniowy, niezwykle istotne jest pozostawienie maksymalnej ilości wydolnych biomechanicznie naddziąsłowych twardych tkanek zęba. Powoduje to występowanie mniejszej ilości naprężeń w okolicy szyjki zęba, która jest newralgicznym miejscem wpływającym na biomechaniczną wytrzymałość filaru.<sup>4</sup> W przypadku osadzania wkładu koronowo-korzeniowego na cement kompozytowy dualny, okolica ferrule jest dobrze dostępna dla aplikatora systemu wiążącego oraz światła lampy UV, a co za tym idzie zwiększa siłę wiązania cementu kompozytowego w pierwszych minutach po zacementowaniu, co umożliwia bardziej precyzyjne pozycjonowanie wkładu i większą kontrolę operatora podczas zabiegu. Długość wkładu koronowo-korzeniowego z włókna szklanego mniejsza niż 2/3 długości zęba kończyła się sukcesem w przypadku obecności ferrule.

Dodatkowo, ferrule zwiększała czas przetrwania w jamie ustnej wkładów z włókna szklanego.<sup>5</sup>

Celem badania Meng i wsp. było sprawdzenie wpływu różnych wysokości ferrule i stosunku długości korony do korzenia zęba na odporność na złamania przedtrzonowców żuchwy odbudowanych wkładami koronowo-korzeniowymi lanymi lub wkładami z włókna szklanego. Z uzyskanych danych wywnioskowano, że nie ma różnicy statystycznej między liczbą złamań zębów zaopatrzonych wkładami lanymi a wkładami z włókna szklanego. Istnieje natomiast różnica statystyczna pomiędzy liczbą złamań zębów w zależności od wysokości ferrule i stosunku korona-korzeń. Co więcej, najwyższa siła przeciwstawiająca się złamaniu zęba obserwowana jest przy wysokości ferrule ok. 2 mm i stosunku długości korony do korzenia 9:10.<sup>6</sup>

#### *Wkłady koronowo-korzeniowe lane*

Wkłady koronowo-korzeniowe lane są uzupełnieniami tradycyjnie wykorzystywanymi do odbudowy zrębu zęba przed opracowaniem go pod koronę protetyczną. Odlewane są one indywidualnie dla pacjenta na podstawie wycisku precyzyjnego i wykonywane ze stopów złota, chromowo-niklowych, chromowo-kobaltowych lub srebro-palladowych. Mogą tworzyć ognisko elektrogalwaniczne, które jest zjawiskiem niekorzystnym prowadzącym do wystąpienia stomatopatii protetycznych.

Zaletą wkładów koronowo-korzeniowych lanych jest dokładne odwzorowanie kształtu kanału zapewniające szczelność, pasywność i zgodność z anatomią. Rdzeń wkładu i jego część korzeniowa w większości przypadków tworzą jednorodną całość. Dzięki pasywnemu zakotwiczeniu w kanałach korzeniowych i oparciu o dno komory zęba, wkłady koronowo-korzeniowe lane przyczyniają się do stabilności uzupełnienia, co wpływa na jego trwałość i wytrzymałość.<sup>7</sup> Badania

sprawdzające wytrzymałość różnych rodzajów wkładów koronowo-korzeniowych pokazują znaczną przewagę wytrzymałości wkładów metalowych nad innymi wkładami.<sup>8</sup> Wkłady koronowo-korzeniowe lane można cementować na cementy kompozytowe, glasonomerowe,<sup>9</sup> fosforanowe oraz karboksylowe. Ze względu na twardość materiału i bardzo dokładne dopasowanie wkładu lanego do zęba, usunięcie tego typu wkładu bez naruszenia twardych tkanek zęba ma bardzo mały odsetek sukcesów klinicznych. Standardową procedurą usunięcia wkładu jest wykorzystanie końcówki ultradźwiękowej i wykonywanie ruchów przeciwnych do wskazówek zegara wokół części koronowej wkładu,<sup>27</sup> a użycie dwóch końcówek ultradźwiękowych skalera sprawia, że potrzebna jest mniejsza siła do usunięcia wkładu.<sup>10</sup>

#### *Wkłady koronowo-korzeniowe z włókna szklanego*

Wkłady z włókna szklanego mogą być prefabrykowane lub wykonywane indywidualnie dla pacjenta na podstawie wycisku lub skanu. Wkłady z włókna szklanego wykonane w technologii CAD/CAM mają większą odporność na złamania, niż wkłady z włókna szklanego wykonane metodą konwencjonalną.<sup>11</sup> Z punktu widzenia rozkładu naprężeń, umieszczenie wkładów z włókna szklanego w kanałach podniebiennym, dystalno-policzkowym i mezjalno-policzkowym jest optymalną strategią odbudowy pierwszego zęba trzonowego szczęki po leczeniu endodontycznym.<sup>12</sup> Dodatkowo, maksymalne przemieszczenia i odkształcenia uzyskano w przypadku kła odbudowanego wkładem z włókna szklanego, co wykazało, że system ten charakteryzuje się dużą sprężystością, a co za tym idzie większą wytrzymałością w porównaniu do kła odbudowanego wkładem metalowym lanym, który charakteryzował się dużą sztywnością.<sup>13</sup> W siekaczu odbudowanym wkładem

metalowym odnotowano mniejsze wartości naprężeń przenoszonych na korzeń w porównaniu do siekacza odbudowanego wkładem z włókna szklanego. Naprężenia działające na konstrukcję włókna szklanego były mniejsze i bardziej jednorodne, niż te występujące we wkładzie metalowym lanym. Różnica wartości naprężeń w materiałach mieści się w bezpiecznym marginesie dla stosowania obu materiałów w odniesieniu do sił ortodontycznych. Największe siły zostały wygenerowane w okolicy szyjki zębów.<sup>14</sup> *Tsindsadze* i wsp. nie stwierdzili statystycznie istotnych różnic pomiędzy przeżywalnością i awaryjnością zębów leczonych endodontycznie odbudowanymi wkładami metalowymi lub wzmocnionymi włóknem szklanym.<sup>15</sup>

Istnieje wiele rodzajów wkładów z włókna szklanego. Najczęściej stosowane są prefabrykowane wkłady z włókna szklanego o określonej stożkowatości. Powstała możliwość wypełnienia kanału zęba jednym lub kilkoma wkładami. Wraz z rozwojem technologii CAD/CAM, zaczęto wykorzystywać również wkłady koronowo-korzeniowe indywidualnie wykonane ze zmielonego włókna szklanego. Według *Beh* i wsp., największe możliwości obciążenia miały zęby zaopatrzone kilkoma prefabrykowanymi włóknami szklanymi, a najmniejsze ze zindywidualizowanym włóknem szklanym dostosowanym do kształtu kanału.<sup>16</sup>

#### *Wkłady koronowo-korzeniowe z polieteroeteroketonu (PEEK)*

Polieteroeteroketon (PEEK) to nowoczesny poliaromatyczny, termoplastyczny biomateriał bliski swoimi właściwościami substancji krystalicznej,<sup>17</sup> który jest coraz szerzej stosowany w stomatologii.<sup>18</sup> Wykorzystuje się go do wykonywania indywidualnych wkładów koronowo-korzeniowych. Jest odporny na naprężenia termiczne w wysokich temperaturach bez znaczącej degradacji i wykazuje niską rozpuszczalność w wodzie. PEEK zapobiega

uwalnianiu jonów metali i nie jest cytotoksyczny ani alergogenny. Polieteroeteroketon (PEEK) może być dobrym materiałem alternatywnym w rozwiązaniu problemów związanych z naprężeniami wkładów koronowo-korzeniowych ze względu na jego niski moduł sprężystości, który jest porównywalny z modułem sprężystości zębiny korzeniowej.<sup>19</sup>

Celem pracy *Gontijo* i wsp.<sup>20</sup> było sprawdzenie wpływu rodzaju materiału użytego do wykonania wkładu koronowo-korzeniowego na siły kompresji, wzorzec pęknięć i dystrybucję sił ściskania w korzeniu. Złamania zęba, które nadal umożliwiały odbudowę, pojawiały się najczęściej w zębach z wkładami ze zmielonego włókna szklanego lub PEEK (zęby te łamały się „najkorzystniej”). Rodzaj wkładu koronowo-korzeniowego determinował wzór zużycia zęba poddanego testom obciążeniowym, a zęby z zacementowanymi standardowymi wkładami z włókna szklanego były najmniej odporne na test zużycia. *Kole* i *Ergun* uważają, że indywidualne wkłady koronowo – korzeniowe wykonane z PEEK można uznać za obiecującą alternatywę dla prefabrykowanych wkładów z włókna szklanego.<sup>21</sup>

#### *Wykorzystanie technologii CAD/CAM w wykonawstwie wkładów koronowo-korzeniowych*

Zapewniając możliwość zestawienia w przestrzeni cyfrowej projektu uzupełnienia protetycznego z unikalną anatomią każdego zęba, symulacje oparte na sztucznej inteligencji (ang. AI – augmented intelligence) umożliwiają lekarzom podejmowanie świadomych decyzji, co zwiększa sukces biomechaniczny odbudów protetycznych.<sup>22</sup> Jednak nadal dostępnych jest niewiele artykułów na temat elastycznych materiałów do wytwarzania wkładów koronowo-korzeniowych w cyfrowej technologii 3D. Ograniczeniem wykonywania wkładów koronowo-korzeniowych na podstawie skanów jest niewystarczający zasięg skanerów wewnątrznych do najgłębszych miejsc preparacji

kanałów korzeniowych. Obecnie dostępne na rynku skanery wewnątrzustne cechują się optymalnym zasięgiem w głąb kanału korzeniowego około 8-10 mm.<sup>23</sup>

Celem pracy *Gibsona* i wsp.<sup>24</sup> było porównanie odporności na zużycie zębów z tradycyjnymi wkładami koronowo-korzeniowymi metalowymi lanymi, wkładami z nanoceramiki drukowanymi na drukarce 3D oraz zębów bez wkładów koronowo-korzeniowych. Najtrwalsze nadal okazały się wkłady metalowe lane. *Piangsuk* i wsp.<sup>25</sup> zaproponowali badanie, którego celem było porównanie dokładności wkładów koronowo-korzeniowych wytworzonych trzema różnymi technikami: bezpośrednią konwencjonalną (manualne wykonanie prefabrykatu wkładu z materiału akrylowego w ustach pacjenta przez lekarza), frezowaniem maszynowym i drukiem trójwymiarowym (3D). W toku badania nie znaleziono różnic statystycznych w dokładności wykonania wkładów trzema wymienionymi technikami, miały one ten sam stopień dokładności. W innym badaniu<sup>26</sup> porównano dokładność wkładów drukowanych metodą 3D z utwardzanego wosku i żywicy spalającej się bezresztkowo. Wkłady żywiczne przed polimeryzacją były dokładniejsze, niż woskowe. Nie było jednak różnicy w objętości między całkowicie spoli-meryzowaną żywicą a woskiem. Ostatecznie, użyte materiały nie różniły się dokładnością wykonania wkładów.

## Podsumowanie

We współczesnej protetyce stomatologicznej zastosowanie mają wszystkie rodzaje wkładów koronowo-korzeniowych. Dzięki możliwości wyboru materiału oraz sposobu cementowania wkładu, lekarz dentysta jest w stanie osiągnąć długoczasowy optymalny wynik leczenia protetycznego, a także przewidzieć jego konsekwencje i wpływ na kolejne etapy leczenia protetycznego.

Zastosowanie zarówno metod analogowych, jak i cyfrowych pozwala lekarzowi zaproponować pacjentowi wiele możliwości leczenia.

Nowoczesne materiały stomatologiczne umożliwiają wykorzystanie nowych rozwiązań leczniczych, przez co usprawniają pracę lekarza oraz podnoszą komfort leczenia pacjenta.

## Piśmiennictwo

1. *Mamoun J*: Post and core build-ups in crown and bridge abutments: Bio-mechanical advantages and disadvantages. *J Adv Prosthodont* 2017; 9(3): 232-237.
2. *Alyahya Y*: A narrative review of minimally invasive techniques in restorative dentistry. *Saudi Dent J* 2024; 36(2): 228-233.
3. *Ryniewicz WI, Ryniewicz J*: Optimisation of the length of posts used in the post and core procedure on the basis of strength tests. *Prosthodontics* 2023; 73(4): 299-306.
4. *Al-Dabbagh RA, Sindi MA, Sanari MA, Manna AI, Al-Dabbagh MA*: Effect of a circumferential ferrule on the survival and success of endodontically treated teeth restored with fiber posts: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent* 2024; 11: S0022-3913(23)00809-0.
5. *de Moraes DC, Butler S, Santos MJMC*: Current Insights on Fiber Posts: A Narrative Review of Laboratory and Clinical Studies. *Dent J (Basel)* 2023; 11(10): 236.
6. *Meng Q, Chen Y, Ni K, Li Y, Li X, Meng J, Chen L, Mei ML*: The effect of different ferrule heights and crown-to-root ratios on fracture resistance of endodontically-treated mandibular premolars restored with fiber post or cast metal post system: an in vitro study. *BMC Oral Health* 2023; 23(1): 360.
7. *Al-Qarni FD*: Customized post and cores fabricated with CAD/CAM technology: a literature review. *Int J Gen Med* 2022; 15: 4771-9.
8. *Podili S, Puthenkandathil R, Kulkarni MM, Alobaid MA, Valluri BP, Shaik ZA*: Fracture

- Resistance of Different Post-Core Systems: An In vitro Study. *J Pharm Bioallied Sci* 2023; 15(Suppl 1): S239-S243.
9. *Sikka N, Brizuela M*: Glass Ionomer Cement. 2023; StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls.
  10. *Serpa GC, Guedes OA, Freitas NSS, Silva JA, Estrela C, Decurcio DA*: The effect of ultrasonic vibration protocols for cast post removal on the incidence of root dentin defects. *J Oral Sci* 2023; 65(3): 190-194.
  11. *Costa TS, Brandão RMR, Farias Vajgel BC, SoutoMaior JR*: CAD-CAM glass fiber compared with conventional prefabricated glass fiber posts: A systematic review. *J Prosthet Dent* 2022; S0022-3913(22)00053-1.
  12. *Zhong Q, Cao X, Shen Y, Song Y, Wu Y, Qu F, Wang S, Xu C*: Finite element analysis of maxillary first molar with mesial-occlusal-distal-palatal defect restored with different post-and-core strategies. *Heliyon* 2023; 9(7): e18131.
  13. *Popescu AD, Popa DL, Nicola AG, Dascălu IT, Petcu C, Tircă T, Tuculina MJ, Mocanu H, Staicu AN, Gheorghiu LM*: Post Placement and Restoration of Endodontically Treated Canines: A Finite Element Analysis Study. *Int J Environ Res Public Health* 2022; 19(15): 8928.
  14. *Maximiano GS, de Carvalho GM, Felipe Ferreira FFDC, de Almeida Pinheiro F, Noritomi PY, Campos MJDS, Vitral RWF*: Comparative analysis of the biomechanical behavior of the maxillary central incisors restored with glass fiber post and cast metal post and core submitted to orthodontic forces: A study with finite elements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2024; 165(1): 46-53.
  15. *Tsintsadze N, Margvelashvili-Malament M, Natto ZS, Ferrari M*: Comparing survival rates of endodontically treated teeth restored either with glass-fiber-reinforced or metal posts: A systematic review and meta-analyses. *J Prosthet Dent* 2024; 131(4): 567-578.
  16. *Beh YH, Halim MS, Ariffin Z*: The load capacity of maxillary central incisor with simulated flared root canal restored with different fiber-reinforced composite post and cementation protocols. *Peer J* 2023; 11: e16469.
  17. *Parate KP, Naranje N, Vishnani R, Paul P*: Polyetheretherketone Material in Dentistry. *Cureus* 2023; 15(10): e46485.
  18. *Moharil S, Reche A, Durge K*: Polyetheretherketone (PEEK) as a Biomaterial: An Overview. *Cureus* 2023; 15(8): e44307.
  19. *Sugano K, Komada W, Okada D*: Evaluation of composite resin core with prefabricated polyetheretherketone post on fracture resistance in the case of flared root canals: *Dent Mater J* 2020; 39(6): 924-32.
  20. *Gontijo IG, Ferretti MA, Caldas RA, Pecorari VGA, França FMG, Oliveira LKN, Aguiar FHB*: Biomechanical behavior of weakened roots restored with custom-made post-and-cores of glass fiber and polyetheretherketone. *J Prosthodont* 2023; 32(9): 807-814.
  21. *Kole S, Ergun G*: Bond strength of various post-core restorations with different lengths and diameters following cycle loading. *J Mech Behav Biomed Mater* 2023; 142: 105804.
  22. *Evans LM, Sözümert E, Keenan BE, Wood CE, du Plessis A*: A review of image-based simulation applications in high-value manufacturing. *Arch Comput Methods Eng* 2023, 30: 1495-552.
  23. *Emam M, Ghanem L, Abdel Sadek HM*: Effect of different intraoral scanners and post-space depths on the trueness of digital impressions. *Dent Med Probl* 2023; advanced online publication.
  24. *Gibson T, Alsaahafi T, Clark W, Duqum I, Culp L, Sulaiman TA*: Fatigue resistance of 3D printed anatomic post-and-core after mastication simulation. *J Prosthet Dent* 2023; 130(6): 858.e1-858.e6.
  25. *Piangsuk T, Dawson DV, El-Kerdani T, Lindquist TJ*: The Accuracy of Post and

- Core Fabricated with Digital Technology. *J Prosthodont* 2023; 32(3): 221-226.
26. *Piangsuk T, Henprasert P, Boonsiriphant P, Lindquist TJ*: The accuracy comparison of 3D-printed post and core using castable resin and castable wax resin. *J Prosthodont* 2023; 32(6): 540-545.
27. *Galek M, Wróbel-Bednarz K, Prątnicki M*: Various techniques for cast posts and cores removal. *Prosthodont* 2018; 68(4): 441-446.

Zaakceptowano do druku: 17.06.2024 r.

Adres autorów: 02-097 Warszawa, Binińskiego 6.

© Zarząd Główny PTS 2024.