

Wpływ długości i szerokości wkładów koronowo – korzeniowych indywidualnych metalowych i prefabrykowanych kompozytowych wzmocnianych włóknem szklanym na wytrzymałość odbudowanych zębów – przegląd piśmiennictwa

Influence of length and diameter of metal casting and FRC posts on the strength of restored teeth: A literature review

Katarzyna Góra, Beata Dejak

Z Zakładu Protetyki Stomatologicznej Uniwersytetu Medycznego w Łodzi

Kierownik: dr hab. B. Dejak

HASŁA INDEKSOWE:

długość i średnica wkładów koronowo – korzeniowych, naprężenia w tkankach zęba, włókna szklane

KEY WORDS:

length and diameter of endodontic posts, stresses in dental tissues, glass fibre

Streszczenie

W pracy na podstawie piśmiennictwa przedstawiono aktualne poglądy na temat wpływu długości i szerokości wkładów koronowo – korzeniowych indywidualnych metalowych i wkładów prefabrykowanych kompozytowych wzmocnianych włóknem szklanym na wytrzymałość odbudowanych nimi zębów. Zwrócono uwagę na podobieństwa i różnice w zasadach opracowywania korzeni pod te wkłady.

Wkład metalowy lany powinien stanowić 2/3 długości korzenia odbudowanego zęba a jego średnica powinna być równa 1/3 szerokości korzenia w miejscu szyjki zęba. Grubość korzenia otaczającego wkład powinna wynosić przynajmniej 1 mm.

Wkłady FRC posiadają odmienne właściwości biomechaniczne. Są cementowane adhezyjnie co zapewnia im dobre zespolenie z tkankami zęba. Cechy te powodują, że obowiązujący od lat schemat opracowania zębów pod wkłady lane metalowe może ulec modyfikacji. Z dotychczasowych wyników badań wynika że, można nieznacznie skrócić długość wkładu FRC w porównaniu z wkładem metalowym. Przeciwwskazane jest ograniczanie średnicy wkładów FRC. Jest to uwarunkowane mniejszą wytrzymałością kompozytu wzmocnianego włóknem szklanym w porównaniu ze stopami metalu. Niezależnie od rodzaju wkładu powinno się pozostawić jak największą ilość tkanek zęba.

Summary

Based on the literature review the most recent concepts on the length and diameter of posts are presented. The effects of metal casting and FRC post on the restored teeth strength are described. Differences and similarities in tooth preparation for both kinds of posts are discussed.

Metal cast post should be 2/3 the length of the root and 1/3 the diameter of the root. The root tissues surrounding the post should be at least 1 mm thick.

FRC posts have different biomechanical properties. Adhesive cementation guarantees good integration with tooth tissues. Those features can change current tooth preparation pattern. The results of previous tests show that the length of FRC post can be slightly shorter than that of metal post. The limitation of FRC post diameter is contradictory. FRC post resistance is lower than that of metal cast post. Regardless of the post type, as much root tissue as possible should be left.

Dzięki postępowi w leczeniu kanałowym i rozwojowi technik odtwórczych zęby leczone endodontycznie mają obecnie duże szanse na przetrwanie w jamie ustnej. Pomimo iż badania dowodzą, że utrata fizjologicznego odżywiania tkanek zęba nie ma wpływu na jego biomechanikę (1, 2), to zęby pozbawione żywej miazgi są często osłabione przez próchnicę, wcześniejsze wypełnienia i konieczność uzyskania dostępu do kanału zęba. Zęby leczone endodontycznie, których struktura naddziąsłowa została znacznie zniszczona, można odbudować za pomocą wkładów koronowo – korzeniowych (3, 4).

Wkłady koronowo – korzeniowe mogą być wykonane ze stopów metali (t.j. stopów złota, srebrowo-palladowych, chromowo-kobaltowych, stali chromowo-niklowej, tytanu), z kompozytów wzmacnianych włóknami FRC (fibre reinforced composite) (szklanymi, kwarcowymi, węglowymi) lub z ceramiki tlenku cyrkonu (5-7). Jeszcze dwadzieścia lat temu w celu odtworzenia tkanek twardych zęba wykorzystywano najczęściej wkłady metalowe. Obecnie coraz większą popularnością cieszą się prefabrykowane wkłady wzmacniane włóknem szklanym. Ich zaletami są: możliwość odbudowy zęba na jednej wizycie bez udziału laboratorium, właściwości biomechaniczne i niższa cena (8-10).

Moduł Younga wkładów prefabrykowanych wzmacnianych włóknem szklanym (16-40 GPa) jest zbliżony do modułu Younga zębiny (18,6 GPa) (11, 12) i 5-10 krotnie niższy niż wkładów metalowych (13). Istnieją sprzeczne opinie, dotyczące wpływu wartości modułu Younga wkładów koronowo – korzeniowych na naprężenia powstające w odtwarzanych zębach. Badania metodą elementów skończonych przeprowadzone przez Silva i wsp. dowodzą, że rozkład naprężeń wokół wkładów FRC jest bardziej jednorodny niż wokół metalowych (14). Jednak zastosowanie wkładu metalowego powoduje zredukowanie naprężeń w tkankach zęba (5, 6, 15-19). Wkład metalowy powoduje spadek naprężeń w tkankach zęba o 25%, natomiast wkład z włókna szklanego o 21% w stosunku do naprężeń w samym zębie (18). Stosowanie wkładów lanych jest nadal polecane w odbudowie zębów o prawie całkowicie zniszczonej strukturze naddziąsłowej, w zębach narażonych na duże obciążenia i w zębach stanowiących filary protetyczne pod mosty czy protezy (6, 20).

Doświadczalne badania wytrzymałości zębów z wkładami również nie są jednoznaczne. Stewardson i wsp. (21). twierdzą, że zęby z wkładami koronowo – korzeniowymi metalowymi są bardziej odporne na złamania niż te z wkładami kompozytowymi wzmacnianymi włóknami. Natomiast wg Hayashi i wsp. lepszą odporność na złamanie mają zęby zrekonstruowane wkładami wzmacnianymi włóknem szklanym niż wkładami metalowymi (22). Zaobserwowano, że wkłady wzmacniane włóknem szklanym powodują mniej niekorzystnych złamań korzenia niż ich odpowiedniki wykonane z metalu (23, 24). Według Bolla zęby z wkładami FRC ulegają złamaniu przy szyjce zęba, natomiast w zębach odbudowanych wkładami metalowymi złamania występują w głębi korzenia (24). Inne badania natomiast dowodzą, że zarówno wkłady lane metalowe jak i prefabrykowane FRC prowadzą do takich samych uszkodzeń korzeni zębów (25-28).

Czy zastosowanie wkładów FRC pozwala na uzyskanie większej trwałości odbudowy niż zastosowanie wkładów metalowych? Czy dobre zespolenie wkładów FRC z tkankami za pomocą cementów kompozytowych pozwala na bardziej zachowawcze opracowywanie struktur zębów pod te wkłady niż pod metalowe? Czy zasady opracowania zębów pod wkłady FRC powinny ulec modyfikacji?

Długość wkładów metalowych

Z długoletnich doświadczeń klinicznych wynika, że długość części korzeniowej wkładów indywidualnych metalowych powinna być co najmniej równa długości przyszłej korony zęba i stanowić 2/3 długości korzenia odbudowanego zęba (29). W części przywierzchołkowej należy pozostawić co najmniej 3-5 milimetrową warstwę materiału wypełniającego kanał korzeniowy (3). Ma to na celu zabezpieczenie tkanek okołowierzchołkowych przed kontaktem z powierzchnią wkładu i niedopuszczenie do przepchnięcia cementu mocującego wkład poza wierzchołek korzenia (30, 31). Wkład metalowy stanowiący 2/3 długości korzenia powoduje powstawanie niewielkich naprężeń w rejonie szyjki zęba i równomierny rozkład naprężeń wzdłuż całej swojej długości (15). Zapewnia on również dobrą retencję uzupełnienia protetycznego (29).

Udowodniono, że im dłuższy wkład, tym lepsza

jest jego retencja w kanale (8, 32, 33). Według niektórych autorów rozkład naprężeń w tkankach korzenia wokół wkładów długich jest bardziej równomierny (8, 15, 32, 33). Jednak zbyt głęboka preparacja korzenia może doprowadzić do usunięcia materiału zabezpieczającego wierzchołek korzenia zęba, reinfekcji tkanek okołowierzchołkowych, a nawet perforacji (34).

Nie zawsze możliwe jest wykonanie odpowiednio długiego wkładu (na skutek zakrzywienia korzenia bądź niewystarczającej jego długości). Według *Nissan* i wsp. lepiej rokuje brak wkładu koronowo – korzeniowego, niż odbudowanie zęba wkładem zbyt krótkim (35). *Holmes* i wsp. udowodnili, że wraz ze zredukowaniem długości wkładu metalowego wzrosły naprężenia ścinające w okolicy wierzchołka wkładu (3). Według badań *Nissan* i wsp. naprężenia w zębinie korzenia wokół wierzchołka wkładu krótkiego wzrastają trzykrotnie (35). Zastosowanie zbyt krótkiego wkładu może doprowadzić do pęknięcia ścian korzenia lub w najlepszym przypadku do odcementowania uzupełnienia (34).

Na podstawie badań *in vitro* stwierdzono, że cementy na bazie żywic zwiększają retencję wkładów o zredukowanej długości (36). W przypadku zębów trzonowych z krótkimi korzeniami zastosowanie złożonych metalowych wkładów koronowo-korzeniowych poprawia retencję przyszłej odbudowy (17, 36).

Długość wkładów wzmacnianych włókniem szklanym

Zbadano wpływ różnych długości wkładów kompozytowych wzmacnianych włókniem szklanym na odporność na złamania zębów. *Adanir* i *Belli* testowali wkłady z włókna szklanego (Snowpost) o długościach 6, 9 i 12 mm, w korzeniu 16,5 mm. Zaobserwowali, że zęby odbudowane wkładami długimi ulegały zniszczeniu przy sile 954,5 N, która była blisko dwukrotnie większa niż dla zębów z wkładami krótkimi (510,3 N) (8). *McLaren* i wsp. stwierdzili, że zęby z wkładami 10 mm, ulegały złamaniu przy 3 krotnie większej sile niż w przypadku wkładów 5 mm (32). Wynik ten potwierdził również *Giovani* i wsp. wykazując, że wkłady długie (10 mm) miały 4,5 krotnie większą odporność na złamania niż wkłady

krótkie (6 mm) (37). Wkłady krótkie kompozytowe wzmacniane włókniem powodują kumulację naprężeń w przyszyjkowej części korzenia i mogą wywołać pęknięcia korzenia zęba w tej okolicy (8, 33). Wytrzymałość zęba odbudowanego bez struktury naddziąsłowej można poprawić stosując długi wkład (38). Wg *Scotti* i wsp. najkorzystniejszy stosunek długości wkładu FRC do długości przyszłej korony wynosi 1:1 (39).

Średnica wkładów metalowych

Najkorzystniejsza jest minimalna preparacja kanału korzeniowego pod wkład koronowo korzeniowy z pozostawieniem jak największej ilości zębiny (40-42). Średnica wkładu metalowego nie powinna być większa niż 1/3 średnicy korzenia w jego największym wymiarze (29, 43). Wkład powinien być otoczony z każdej strony przez zębinę o grubości przynajmniej 1 mm (44). W zależności od szerokości korzenia średnica indywidualnego wkładu metalowego koronowo – korzeniowego waha się pomiędzy wartościami 0,7 – 1,5 mm. Zalecane przez *Shillingburga* średnice wkładów do stosowania w poszczególnych grupach zębów wynoszą odpowiednio: 0,7 mm dla siekaczy dolnych; 0,9 mm dla przedtrzonowców górnych i trzonowców; 1,3 mm dla siekaczy górnych bocznych i kłów dolnych oraz 1,5 mm dla siekaczy górnych centralnych, kłów górnych i przedtrzonowców dolnych (31). Wkład musi być jak najlepiej dopasowany do otworu w korzeniu, a warstwa cementu powinna być jak najmniejsza (38).

Zęby odbudowane wkładami lanymi metalowymi o dużej średnicy wykazywały małą odporność na złamania (45). Wokół wierzchołka szerokiego wkładu powstają znaczne naprężenia, które są przyczyną złamań korzenia w tym rejonie (18). Przy szerokim opracowaniu kanału korzeniowego istnieje duże ryzyko perforacji w części przywierzchołkowej zęba (46).

Zastosowanie cienkiego wkładu koronowo-korzeniowego metalowego lanego i pozostawienie szerokich ścian korzenia, powoduje wzrost wytrzymałości struktur zęba i zmniejsza ryzyko pęknięć zarówno poprzecznych jak i podłużnych (40, 47-49). Zbyt cienki wkład metalowy może ulec odkształceniom lub złamaniu pod wpływem obciążeń funkcjonalnych (48).

Średnica wkładów wzmacnianych włóknem szklanym

Obecnie zasady doboru średnicy w trakcie opracowania zębów pod wkłady FRC są takie same jak dla wkładów metalowych, jednak wyniki badań in vitro pozostają ze sobą w sprzeczności.

Wytrzymałość samych wkładów FRC rośnie wraz ze wzrostem ich średnicy. *Schmage* i wsp. badając wkłady o 4 różnych średnicach (ISO 50, 70, 90, 110) wywnioskowali, że wytrzymałość wkładów grubych wzrosła sześciokrotnie w porównaniu z cienkimi (50). W teście trójpunktowego zginania średnia siła niszcząca dla wkładów FRC o średnicy 1 mm wynosiła 75 N, natomiast dla wkładów 2,1 mm wynosiła od 180–290 N (w zależności od producenta wkładu) (42). Preparacja kanału korzenia pod bardzo szerokie wkłady może spowodować perforację korzenia, dlatego nie zaleca się ich użycia (40, 46, 47).

Według *Asmussen* i wsp. naprężenia w tkankach zęba malały wraz ze wzrostem średnicy wkładu FRC (od 32,6 MPa dla wkładów o średnicy 1 mm do 29,1 MPa dla wkładów 2,2 mm) (13, 19). Natomiast *Nakamura* i wsp. zaobserwowali wzrost niekorzystnych naprężeń w tkankach korzenia zęba wraz ze wzrostem średnicy wkładu FRC (52). Według *Gonzalez* i wsp. szerokość wkładu FRC nie ma wpływu na biomechanikę odbudowanego nim zęba (53).

Kivanç i wsp. wykazali, że im więcej zębiny korzeniowej pozostaje wokół wkładu, tym ząb jest bardziej odporny na złamania. W badaniach doświadczalnych siła łamiąca korzeń wynosiła odpowiednio 562N dla grubości zębiny równej 1 mm, 708N dla 1,5 mm i 938 N dla 2 mm. (51). Należy jednak pamiętać, że wkłady wzmacniane włóknami mają mniejszą wytrzymałość niż metalowe i nie powinno się ograniczać maksymalnie ich średnicy, ze względu na możliwość złamania się wkładu (18, 19).

Podsumowanie

Zgodnie z przyjętym kanonem wkłady koronowo – korzeniowe lane metalowe powinny stanowić 2/3 długości korzenia zęba i maksymalnie 1/3 szerokości korzenia w części przyszyjkowej. Wkłady te powinny być otoczone zębiną korzenia o jednokowej grubości, nie mniejszą niż 1 mm.

Brak jest jednoznacznych wytycznych określających optymalną wielkość wkładów FRC. Przyjmuje się, że wkłady FRC powinny mieć podobne parametry jak metalowe. Długość powinna wynosić 2/3 długości korzenia i pozostawać z przyszlą koroną zęba w stosunku długości 1:1. Niektórzy autorzy sugerują, że ze względu na dobre połączenie wkładu FRC ze strukturami zęba za pomocą cementów kompozytowych, do rekonstrukcji zębów można użyć nieznacznie krótszych wkładów.

Powinno się pozostawić jak największą ilość tkanek korzenia wokół wkładu. Należy pamiętać, że wkłady FRC mają mniejszą wytrzymałość w porównaniu z wkładami metalowymi, dlatego przeciwwskazane jest znaczne ograniczanie ich średnicy.

Piśmiennictwo

1. *Abou-Rass-M.*: Post and core restoration of endodontically treated teeth. *Curr. Opin. Dent.*, 1992, Jun, 2, 99-107.
2. *Hunter A.J., Hunter A.R.*: The treatment of endodontically treated teeth. *Curr. Opin. Dent.*, 1991, 1, 2, 199-205.
3. *Holmes D.C., Diaz-Arnold A.M., Leary J.M.*: Influence of post dimension on stress distribution in dentin. *J. Prosthet. Dent.* 1996, 75, 2, 140-147.
4. *Bednarski J., Kalman P.*: Odbudowa zębów po leczeniu endodontycznym z użyciem standardowych wkładów koronowo-korzeniowych i materiałów do odbudowy zrębu koronowego – przegląd piśmiennictwa. *Czas. Stomat.*, 2007, LX, 9, 585-592
5. *Coelho C.S.M., Biffi J.C.G., Silva G.R., Abrahao A., Campos R.E. Soares C.J.*: Finite element analysis of weekend roots restored with composite resin and posts. *Dent. Mater. J.*, 2009, 28, 6, 671-678.
6. *Dejak B.*: Badania naprężeń w zębach odbudowanych wkładami koronowo-korzeniowymi z różnych materiałów. *Stomat. Współ.*, 1995, 2, 1, 35-40.
7. *Aquaviva S., Shetty S., Coutinho I.*: Factors determining post selection: A literature review. *J. Prosthet. Dent.*, 2003, 6, 90, 556-562.
8. *Adanir N., Belli S.*: Evaluation of different post lengths effect on fracture resistance of a glass fiber post system. *Eur. J. Dent.*, 2008, 2, 1, 23-28.
9. *Paździor-Klocek A.*: Materiały złożone i włókna szklane. Nowoczesne narzędzia trudnych przypadków podczas jednej wizyty. *TPS*, 2009, 5, 30-32

10. *Lipski M., Tomasik M., Sobolewska E., Nowicka A., Rojek R.*: Wpływ techniki przecinania wkładów z włókna szklanego na strukturę powierzchni cięcia. *Mag. Stomatol.* 2009, 210, 10, 52-56
11. *Pest B.L., Cavalli G., Bertani P., Gagliani M.*: Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. *Dent. Mater.*, 2002, 18, 8, 569-602.
12. *Plotino G., Grande N.M., Bedini R., Pameijer C.H., Somma F.*: Flexural properties of endodontic posts and human root dentin. *Dent. Mater.*, 2007, 23, 9, 1129-1135
13. *Asmussen E., Peutzfeldt A., Sahafi A.*: Finite element analysis of stresses in endodontically treated, dowel-restored teeth. *J. Prosthet. Dent.*, 2005, 94, 4, 321-329.
14. *Silva N.R., Castro C.G., Santos-Filho P.C.F., Silva G.R., Campos R.E., Soares P.V., Soares C.J.*: Influence of different post design and composition on stress distribution in maxillary central incisor: Finite element analysis. *Indian J. Dent. Res.*, 2009, 20, 2, 153-158.
15. *Dejak B., Romanowicz M.*: Wpływ kształtu i wielkości części korzeniowych wkładów na wytrzymałość rekonstruowanych zębów w świetle piśmiennictwa. *Protet. Stomatol.*, 2000, L, 2, 86-94.
16. *De Castro Albuquerque R., De Abreu Poletto L.T., Fontana R.H.B.T.S., Cimini Jr. C.A.*: Stress analysis of an upper central incisor restored with different posts. *J. Oral Rehabil.*, 2003, 30, 9, 936-943.
17. *Hirshfeld Z., Stern N.*: Post and core – the biomechanical aspect. *Aust. Dent. J.* 1972, 17, 6, 467-468.
18. *Dejak B., Mlotkowski A.*: Finite element analysis of strength and adhesion of cast posts compared to glass fiber-reinforced composite resin posts in anterior teeth. *J. Prosthet. Dent.*, 2011, 105, 2, 115-126.
19. *Okamoto K., Ino T., Iwase N., Shimizu E., Suzuki M., Saoth G., Ohkawa S., Fujisawa M.*: Three-dimensional finite element analysis of stress distribution in composite resin cores with fiber posts of varying diameters. *Dent. Mater. J.*, 2008, 27, 1, 49-55.
20. *Śmielak B., Dobosz J.*: Wybrane przypadki kliniczne zastosowania stałych uzupełnień protetycznych z kompozytu wzmocnionego włóknem szklanym. *Stomat. Współ.*, 2002, 3, 23-27
21. *Stewardson D.A., Shortall, A.C., Marquis P.M.*: The effect of the elastic modulus of endodontic posts on static load failure. *Int. Endod. J.*, 2011, 44, 5, 158-168.
22. *Hayashi M., Sugeta A., Takahashi Y., Imazato S., Ebisu S.*: Static and fatigue resistances of pulp less teeth restored with post-cores. *Dent. Mater.*, 2008, 9, 1178-1186.
23. *Chuang S.F., Yaman P., Herrero. A., Dennison J.B., Chang C.H.*: Influence of post material and length on endodontically treated incisors: an in vitro and finite element study. *J. Prosthet. Dent.*, 2010, 104, 6, 379-388.
24. *Bolla M., Muller-Bolla M., Borg C., Lupi-Pegurier L., Laplanche O., Leforestier E.*: Which type of post and core system should you use? Evidence-Based Dent., 2007, 8, 5-6
25. *Fokkinga W.A., Kreulen M., Vallittu P.K., Creugers N.H.J.*: A structured analysis of In vitro failure loads and failure models of fiber, metal and ceramic post-and-core systems. *Int. Jour. Prosth.*, 2004, 17, 4, 476-482
26. *Fokkinga W.A., Kreulen C.M., Le Bell-Ronnlof A.M., Lassila L.V.J., Vallittu P.K., Creugers N.H.J.*: In vitro fracture behavior of maxillary premolars with metal crowns and several post-and-core systems. *Eur. J. Oral Sci.*, 2006, 114, 250-256
27. *Naumann M., Metzendorf G., Fokkinga W., Watzke R., Sterzenbach G., Bayne S., Rosentritt M.*: Influence of test parameters on In vitro fracture resistance of post-endodontic restorations: a structured review. *J. of Oral Rehabil.*, 2009, 36, 299-312
28. *Bonfante G., Kaizer O.B., Pegoraro L.F., do Valle A.L.*: Fracture strength of teeth with flared Root Casals restored with glass fibre posts. *Int. Dent. J.*, 2007, 57, Jun, 153-160
29. *Spiechowicz E.*: Protetyka stomatologiczna – podręcznik dla studentów stomatologii. Rozdział XV: Protezy stałe jednoczłonowe, PZWL Warszawa 2004.
30. *Mattison G.D., Delivanis P.D., Thacker R.W. Jr, Hassel K.J.*: Effect of post preparation on the apical seal. *J. Prosthet. Dent.*, 1984, 51, 6, 785-789
31. *Shilingburg H.T., Hobo S., Whitsett L.D.*: Protezy stałe – zarys postępowania klinicznego i laboratoryjnego. Rozdział 7 Opracowywanie zębów z rozległymi uszkodzeniami twardych tkanek., Wydawnictwo Kwintesencja, Warszawa, 1994.
32. *Mc Laren J.D., Mc laren C.I., Yaman P., Bin-Shuwaish M.S., Dennison J.D., McDonald N.J.*:

- The effect of post type and length on the fracture resistance of endodontically treated teeth. *J. Prosthet Dent.*, 2009, 101, 3, 174-182.
33. *Sarna-Boś K., Bożyk A., Szabelska A., Litko M., Kleinrok J.*: Niepowodzenia rekonstrukcji zębów leczonych endodontycznie. Przyczyny i sposób postępowania. *TPS*, 2009, 4, 41-44
34. *Dejak B., Młotkowski A.*: Badanie naprężeń w zębach w zależności od wielkości części korzeniowej wkładów. *Stom. Współ.*, 1995, 2, 5, 410-419.
35. *Nissan J., Dimitry Y., Assif D.*: The use of reinforced composite resin cement as compensation for reduced post length. *J. Prosthet. Dent.*, 2001, 86, 3, 304-308.
36. *Macedo V.C., Silva A.L.F., Martins L.R.M.*: Effect of cement type, reiling procedure, and length of cementation on pull-out bond strength of fiber posts. *J. Endod.* 2010, 36, 9, 1543-1546
37. *Giovani A.R., Vansan L.P., de Sousa Neto M.D., Paulino S.M.*: In vitro fracture resistance of glass fiber and cast metal posts with different lengths. *J. Prosthet. Dent.*, 2009, 101, 3, 183-188.
38. *Büttel L., Krastl G., Lorch H., Naumann M., Zitzmann N.U., Weiger R.*: Influence of post fit and post length on fracture resistance. *Int. Endod. J.* 2009, 42, 1, 47-53.
39. *Scotti R., Valandro L.F., Galhano G.A.P., Baldissara P., Bottino M.A.*: Effect of post length on the fatigue resistance of bovine teeth restored with bonded fiber posts: a pilot study. *Int. J. Prosthodont.*, 2006, 19, 5, 504-506.
40. *Trabert K.C., Caputo A.A., Abou-Rass M.*: Tooth fracture – a comparison of endodontic and restorative treatments. *J. Endod.*: 1978, 4, 11, 341-345.
41. *Pilo R., Tamse A.*: Residual dentin thickness in mandibular pre-molars prepared with gates glidden and ParaPost drills. *J. Prosthet. Dent.*, 2000, 83, 6, 617-623.
42. *Lassila L.V.J., Tanner J., Le Bell A.M., Narva K., Vallittu P.K.*: Flexular properties of fiber reinforced root canal posts. *Dent. Mater.*, 2004, 20, 1, 29-36.
43. *Stern N., Hirshfeld Z.*: Principles of preparing endodontically treated teeth for dowel and core restorations. *J. Prosthet. Dent.*, 1973, 30, 2, 162-165.
44. *Halle E.B., Nicholls J.I., Hassel H.J.*: An in-vitro comparison of retention between a hollow post and core and a custom hollow post and core. *J. Endod.*, 1984, 10, 3, 96-100.
45. *Peutzfeld A., Asmussen E.*: Flexular and fatigue strengths of root canal posts. *Scand. J. Dent. Res.*, 1990, 98, 6, 550-557.
46. *Grocholewicz K., Kabat W., Lipski M., Nowakowska-Socha J.*: Perforacje korzeni jako powikłanie leczenia protetycznego. *Mag. Stomatol.* 2009, 205, 4, 24-30
47. *Akkayan B., Gulmez T.*: Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. *J. Prosthet. Dent.*, 2002, 87, 4, 431-437
48. *Musicant B.L., Cohen B.I., Deutch A.S.*: Optymalne zmiany koncepcji budowy wkładu. *Stomat. Współ.*, 1998, 5, 1, 48-51.
49. *Felton D.A., Webb E.L., Kanoy B.E., Dugoni J.*: Threaded endodontic dowels: effect of post design on incidence of root fracture. *J. Prosthet. Dent.*, 1991, 65, 2, 179-87.
50. *Schmage P., Nergiz I., Platzer U., Pfeiffer P.*: Yield strength of fiber-reinforced composite posts with coronal retention. *J. Prosthet. Dent.*, 2009, 101, 6, 382-387.
51. *Kivanç B.H., Alaçam T., Ulusoy Ö.I.A., Genç Ö., Görgül G.*: Fracture resistance of thin-walled roots restored with different post systems. *Int. Endod. J.*, 2009, 42, 11, 997-1003.
52. *Nakamura T., Ohyama T., Waki T., Kinuta S., Wakabayashi K., Mutobe Y., Takano., Yatani H.*: Stress analysis of endodontically treated anterior teeth restored with different types of post material. *Dent. Mater. J.*, 2006, 25, 1, 145-150.
53. *Gonzalez-Lluch C., Rodriguez-Cervantes P.J., Sancho-Bru J.L., Perez-Gonzalez A., Barjau-Escribano A., Vergara-Monedero M., Forner-Navarro L.*: Influence of material and diameter of pre-fabricated posts on maxillary incisors restored with crown. *J. Oral Rehabil.*, 2009, 36, 737-747

Zaakceptowano do druku: 1.III.2012 r.

Adres autorów: 92-213 Łódź, ul. Pomorska 251.

© Zarząd Główny PTS 2012.