

# Porównanie odporności na złamanie zębów odbudowanych endokoronami i wkładami koronowo-korzeniowymi kompozytowymi wzmocnionymi włóknami szklanymi – badanie *in vitro*

## Comparison of fracture resistance of teeth restored with endocrowns and fiber-reinforced-composite posts: An *in vitro* study

**Dominika Konarska-Matysiak, Beata Dejak**

Zakład Protetyki Stomatologicznej Katedry Stomatologii Odtwórczej UM w Łodzi  
Kierownik: dr hab. B. Dejak, prof. nadzw.

### HASŁA INDEKSOWE:

wkłady standardowe kompozytowe wzmocnione włóknami szklanymi, endokorony, odporność na złamanie, odbudowa zębów po leczeniu endodontycznym

### KEY WORDS:

prefabricated glass-fiber-reinforced-composite (FRC) post, endocrowns, fracture resistance, restoration of endodontically treated teeth

### Streszczenie

**Cel pracy.** Celem pracy jest porównanie odporności na złamanie zębów odbudowanych kompozytowymi endokoronami w wkładami koronowo-korzeniowymi wzmocnionymi włóknami szklanymi.

**Materiał i metoda.** Badaniu poddano 90 ludzkich zębów przedtrzonowych, jednokorzeniowych i jednokanałowych, których średnica korzenia wynosi B-L 7mm ( $\pm 0,5$  mm) i M-D 5 mm ( $\pm 0,5$  mm). Od zębów odcięto korony 2 mm powyżej granicy CEJ, pozostawiając korzeń z częścią koronową o długości 16 mm. Próbki podzielono losowo na 3 grupy ( $n=30$ ). Grupa 1 została odbudowana za pomocą kompozytowych endokoron, grupa 2 za pomocą standardowych wkładów koronowo-korzeniowych FRC (średnica 1,2 mm, długość 14 mm) i kompozytowego rdzenia, a grupa 3 stanowiła kontrolę z zębów nienaruszonych. Tak przygotowane próbki poddano zgina-

### Summary

**Aim of the study.** The comparison of fracture resistance of teeth restored with endocrowns and fiber-reinforced-composite posts with direct composite.

**Material and methods.** The study embraced 90 extracted human teeth with similar diameter (buccolingual: 7 mm  $\pm$  0.5 mm; mesiodistal  $\pm$  0.5 mm). Crowns were sectioned 2 mm coronally to the cemento-enamel junction and all roots were 16 mm in length. The roots were randomly divided into three groups ( $n = 30$ ). Group 1 was restored with composite endocrowns, Group 2 was restored with FRC posts (length, 14 mm; diameter, 1.2 mm). Intact teeth in Group 3 were used as controls. The prepared specimens were subjected to mechanical loading in universal testing machine Zwick/Roell Z20. Force was applied to the crown at an angle of 15° to the long axis of the tooth until the root fractured. The static loading

niu w uniwersalnej maszynie wytrzymałościowej Zwick/Roell Z020. Siła została przyłożona do części koronowej pod kątem 15 ° do długiej osi zęba. Wykres zależności siły do przemieszczenia głowicy został zarejestrowany dla wszystkich próbek. Rejestrowano pierwsze złamanie odbudowy lub tkanek zęba i odczytywano siłę łamiącą na wykresie. Określono rodzaje zniszczeń i charakter uszkodzeń.

**Wyniki.** Obliczono średnią siłę łamiącą dla poszczególnych grup badanych. Dla zębów odbudowanych endokoronami wynosi ona 643N, dla zębów odbudowanych wkładami FRC 760 N a dla zębów nienaruszonych 1224N ( $p < 0,001$ ). Ocena zniszczonych próbek wykazała, że 53% zębów odbudowanych wkładami FRC i 23% zębów odbudowanych kompozytowymi endokoronami uległo niekorzystnym pęknięciom korzenia, które uniemożliwiło ich ponowną odbudowę.

**Wnioski.** Zęby odbudowane wkładami FRC były bardziej odporne na złamanie niż zęby odbudowane kompozytowymi endokoronami. Zarówno odbudowa zęba wkładem FRC jak i kompozytową endokoroną nie przywraca pierwotnej odporności zęba na złamania. Zęby odbudowane wkładami FRC w porównaniu z zębami zrekonstruowanymi przy pomocy endokoron, częściej ulegały niekorzystnym pęknięciom korzenia, które uniemożliwiło ich ponowną odbudowę.

was used to measure loads to failure and to analyse failure patterns of the tests specimens.

**Results.** The average fracture resistance was estimated for all groups. The values were as follows: endocrowns, 643N; FRC posts, 760N; intact teeth, 1224N. The study revealed that 53% of teeth restored with FRC posts and 23% of teeth restored with composite endocrowns showed problematic failure characteristics, indicating that it would be clinically impossible to restore the tooth after such a failure.

**Conclusions.** The highest fracture resistance was noted for the specimens with FRC post and direct composite (15% higher than the endocrown group). None of the tooth reconstructions, with FRC posts and composite endocrowns, restore the primitive resistance of the tooth to fractures. The teeth restored with FRC posts and direct composite compared with those reconstructed with endocrowns showed more often problematic failure mode making a new reconstruction impossible.

## Wstęp

Prawidłowa odbudowa zębów leczonych endodontycznie decyduje o ich trwałości w jamie ustnej.<sup>1,2</sup> Zdaniem wielu autorów, ilość pozostałych tkanek zębów bocznych po leczeniu endodontycznym jest głównym czynnikiem mającym wpływ na ich odporność na złamanie.<sup>3-5</sup> W wyborze odpowiedniego rodzaju uzupełnienia protetycznego może pomóc klasyfikacja zaprezentowana przez Naumanna (tab. I).<sup>6</sup> Przedstawia ona sposoby odbudowy zębów w zależności od ilości zachowanych struktur nadziąsłowych. W tej klasyfikacji klasa IV obejmuje ubytki z zachowaną jedną ścianą zęba.

W tej sytuacji możemy rozważyć wykonanie endokorony bądź wykonać wkład koronowo-korzeniowy wraz z koroną całkowitą. Takie samo postępowanie kliniczne zalecane jest w przypadku ubytków klasy V, kiedy cała korona zęba uległa zniszczeniu, czyli nie zachowana jest żadna ściana ubytku. Obecnie, ze względów estetycznych, najczęściej są stosowane endokorony kompozytowe lub ceramiczne oraz wkłady koronowo-korzeniowe kompozytowe wzmocnione włóknami szklanymi (FRC – fiber-reinforced-composite). Powstaje pytanie, które z zastosowanych uzupełnień pozwoli na osiągnięcie najlepszej wytrzymałości odbudowanych zębów?

T a b e l a I. Klasyfikacja ubytków zębów leczonych endodontycznie i koncepcja terapeutyczna wg Naumanna

KLASYFIKACJA UBYTKÓW	KONCEPCJA TERAPEUTYCZNA
<b>KLASA I</b> Ubytek z zachowanymi czterema ścianami	Możliwości odbudowy dowolne – zachowawcze i protetyczne zarówno dla zębów przednich i bocznych.
<b>KLASA II</b> Ubytek z zachowanymi trzema ścianami	Możliwości odbudowy dowolne – zachowawcze i protetyczne zarówno dla zębów przednich i bocznych.
<b>KLASA III</b> Ubytek z zachowanymi dwiema ścianami	Dla zębów przednich możliwości odbudowy dowolne, dla zębów bocznych – mocowane adhezyjnie uzupełnienia ceramiczne lub wypełnienie lane (z ochroną krawędzi żujących) lub korona.
<b>KLASA IV</b> Ubytek z zachowaną jedną ścianą	Dla zębów przednich – wkład koronowo-korzeniowy z włókna szklanego, odbudowa adhezyjna, korona Dla zębów bocznych – wkład koronowo-korzeniowy z włókna szklanego lub metalu, nadbudowa adhezyjna lub lana, korona częściowa, korona.
<b>KLASA V</b> Ubytek z całkowitym brakiem ścian	Dla zębów przednich i bocznych wkład koronowo-korzeniowy z włókna szklanego lub metalu i korona adhezyjna lub lana.

## Cel pracy

Celem pracy jest porównanie odporności na złamanie zębów odbudowanych kompozytowymi endokoronami i wkładami koronowo-korzeniowymi wzmocnionymi włóknami szklanymi.

## Material i metoda

Badaniu poddano 90 ludzkich zębów przedtrzonowych żuchwy, jednokorzeniowych i jednokanałowych, których średnica korzenia wynosi B-L 7 mm ( $\pm 0,5$  mm) i M-D 5 mm ( $\pm 0,5$  mm). Zęby zostały usunięte z przyczyn periodontologicznych lub ortodontycznych. Na przeprowadzenie badań uzyskano zgodę komisji bioetycznej nr RNN/79/12/KE. Zęby po ekstrakcji przechowywano w 0,1% roztworze tymolu. Od zębów odcięto korony 2 mm powyżej granicy CEJ, pozostawiając korzeń z częścią koronową o długości 16 mm. Powierzchnię nośną opracowano prostopadle do długiej osi

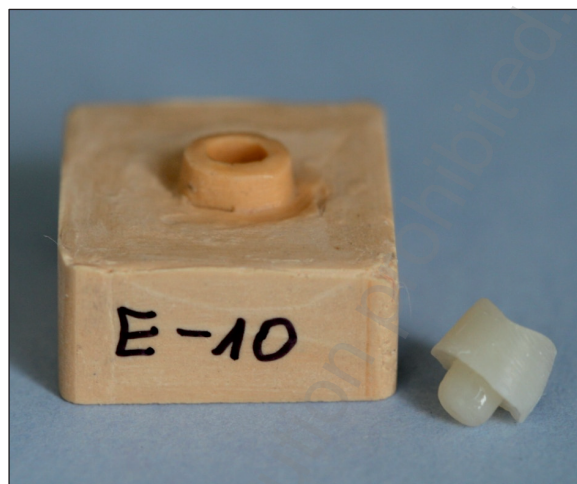
zęba. Korzenie dwukrotnie powleczono warstwą kleju kauczukowego (Butapren kontaktowy elastyczny, Dragon, Polska) imitującego włókna ozębnej, a następnie zatopiono w akrylu ortodontycznym (Estetic Ort, Wiedent, Polska), mocując ząb centralnie w ramce aluminiowej (sześcian o wymiarach 20 mm x 20 mm x 20 mm).

Próbki podzielono losowo na 3 grupy, każda po 30 zębów. Grupa 1 została odbudowana za pomocą kompozytowych endokoron, grupa 2 za pomocą standardowych wkładów koronowo-korzeniowych FRC i kompozytowego rdzenia, a grupa 3 stanowiła kontrolę z zębów nienaruszonych.

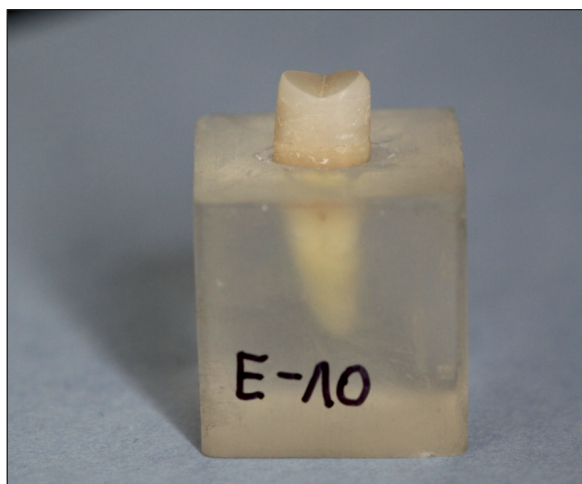
W grupie 1 na powierzchni nośnej części korzeni wypreparowano owalne zagłębienie o głębokości 2 mm z pozostawieniem 1,5 mm tkanek na obwodzie zęba (ryc. 1). Wycisk filaru wykonano masą silikonową AdsilRapid (Siladent, GmbH, Niemcy) w przygotowanej formie. Z wycisku w ramce odlano model z



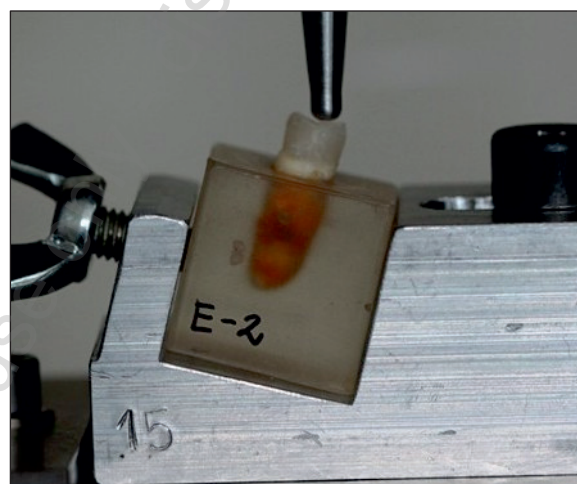
Ryc. 1. Próbkę zęba opracowanego pod endokoronę przygotowana do badania.



Ryc. 2. Gipsowy model roboczy i wykonana z kompozytu endokorona.



Ryc. 3. Ząb przedtrzonowy odbudowany pośrednio przy pomocy kompozytowej endokorony zatopiony w bloczku akrylowym.



Ryc. 4. Próbkę przygotowaną do badania w uniwersalnej maszynie wytrzymałościowej Zwick/Roell Z020 w uchwycie stabilizującym pod kątem 15°.

gipsu GC Fuji Rock 4 (GC, Leuven, Belgium). Metodą pośrednią wykonano endokoronę z kompozytu Empress Direct (Vivadent, Niemcy) (ryc. 2). Powierzchnię uzupełnienia ukształtowano przy pomocy odlanego ze stopu chromo-kobaltowego elementu zamocowanego w paralelometrze, tak by stoki wewnętrzne guzków policzkowego i językowego tworzyły kąt 90°. Endokorony zespolono z tkankami zęba za pomocą dualnego cementu kompozytowego Core-X Flow (Densply,

USA) przy użyciu systemu wiążącego V generacji XP Bond (Densply, USA) wraz z modyfikatorem trybu polimeryzacji Self Cure Activator (Dentsply, USA) umożliwiającym jednoczesne wiązanie chemiczne i aktywowane światłem (ryc. 3).

W grupie 2 opracowano kanały korzeni pod wkłady koronowo-korzeniowe FRC (X-Post, Dentsply, Niemcy) o średnicy 1,2 mm i długości 14 mm. Użyto wiertel PEESO (Mani Peeso Reamers, Mani, Japonia) i poszerzaczy





Ryc. 5. Próbkę z endokoroną – linia złamania przebiega w części koronowej na granicy odbudowy i tkanek zęba.



Ryc. 6. Próbkę z wkładem FRC – złamaniu uległ korzeń w części przyszyjkowej 2 mm poniżej CEJ.

X-Post na końcówkę wolnoobrotową z chłodzeniem wodnym. Powierzchnie nośne i kanały korzeniowe wytrawiono 37% kwasem ortofosforowym (Scotchbond Universal Etchant, 3M ESPE, Niemcy) przez 15 sek., wypłukano i osuszono sączkami papierowymi. Wkłady zespolono z korzeniami za pomocą cementu Core-X Flow (Densply, USA) przy użyciu systemu wiążącego V generacji XP Bond (Densply, USA) wraz z aktywatorem Self Cure Activator (Dentsply, USA). Korony odbudowano bezpośrednio, warstwowo materiałem kompozytowym Empress Direct (Vivadent, Niemcy) przy użyciu systemu wiążącego XP Bond (Densply, USA) w kształtce pierścieniowej. Odbudowa kompozytowa miała wysokość 5 mm. Każdą warstwę kompozytu naświetlano przez 10 s lampą diodową Elipar S 10 (3M ESPE, Niemcy) o natężeniu światła 1200 mW/cm<sup>2</sup>. Powierzchnię uzupełnienia ukształtowano tak samo jak w endokoronach.

Tak przygotowane próbki poddano zginaniu w uniwersalnej maszynie wytrzymałościowej Zwick/Roell Z020 w Laboratorium Badań Materiałowych UM w Łodzi. Każdą próbkę umieszczono w specjalnie zaprojektowanym

i wykonanym bloczku stabilizującym (ryc. 4). Siła została przyłożona do stoku wewnętrznego guzka policzkowego korony 1 mm od bruzdy centralnej, pod kątem 15 ° do długiej osi zęba. Kąt przyłożonej siły wynikał z anatomicznego obciążenia guzka funkcjonalnego drugiego zęba przedtrzonowego żuchwy.<sup>7</sup> Głowica łamiąca była zakończona kulką o średnicy 1,5 mm, imitującą guzek pracujący zęba przeciwstawnego. W trakcie badania rejestrowano wykres siły działającej na ząb od odkształcenia próby badanej. Odnajdywano moment pierwszego zniszczenia próby badanej i odnotowywano wartość siły niszczącej. Po przeprowadzeniu badania każdą próbę fotografowano i określano rodzaj zniszczeń.

## Wyniki

Obliczono średnią siłę łamiącą dla poszczególnych grup badanych. Dla zębów odbudowanych endokoronami wynosiła ona 643N, dla zębów odbudowanych wkładami koronowo-korzeniowymi FRC 760N a dla zębów nie naruszonych 1224N. Do obliczenia istotności statystycznej wykorzystano transformację

rangową. Z przeprowadzonego testu Kruskala-Wallisa wynika istotna statystycznie różnica rozkładu cechy siły maksymalnej we wszystkich trzech grupach badanych ( $p < 0,001$ ). Średnia siła potrzebna do złamania próbki zęba z wkładem FRC była o 15% większa w porównaniu z siłą powodującą pęknięcie zęba odbudowanego kompozytową endokoroną. Odporność na złamanie zębów odbudowanych wkładami koronowo-korzeniowymi FRC była o 40% mniejsza, a zębów odbudowanych kompozytowymi endokoronami 47% mniejsza w porównaniu z nienaruszonymi zębami.

W każdym przypadku zbadano miejsce zniszczenia próbki. Większość zniszczeń w grupie 1 i 2 polegało na odłamaniu guzka policzkowego w postaci linii przebiegającej skośnie od bruzdy zgryzowej w kierunku policzkowej powierzchni korzenia. W grupie 1-zębów odbudowanych endokoronami zaobserwowano 15 przypadków przyszyjkowego uszkodzenia korzenia z czego w 7 przypadkach złamanie było na tyle poważne, że ząb nie nadawał się do ponownej odbudowy. W 5 przypadkach uszkodzenie nastąpiło tylko w obrębie odbudowy, zaś w 13 przypadkach linia złamania przebiegała na granicy odbudowy i tkanek zęba (ryc. 5).

W grupie zębów odbudowanych wkładami FRC i materiałem kompozytowym tylko w 3 przypadkach uszkodzeniu uległa wyłącznie odbudowa, w 6 złamanie przebiegało na granicy odbudowy i tkanek zęba. W 20 przypadkach złamaniu uległ korzeń w części przyszyjkowej 3-5 mm poniżej CEJ, co w 17 przypadkach sprawiło brak możliwości ponownej odbudowy zęba (ryc. 6). W żadnym przypadku nie doszło do złamania wkładu FRC bądź jego odcementowania.

Niekorzystnym pęknięciom korzeni, które uniemożliwiło ich ponowną odbudowę uległo 53% zębów odbudowanych wkładami FRC i 23% zębów odbudowanych kompozytowymi endokoronami.

## Dyskusja

Przeprowadzone badania pozwoliły na porównanie odporności na złamanie oraz rodzaju uszkodzeń zębów odbudowanych przy użyciu wkładów koronowo-korzeniowych FRC i endokoron. Wynika z nich, że zastosowanie wkładu FRC zwiększa odporność zęba na złamanie w porównaniu z odbudową przy pomocy endokorony. Jest to zgodne z wynikami badań wielu autorów, według których umieszczenie wkładów koronowo-korzeniowych FRC cementowanych adhezyjnie w korzeniach zębów bocznych poprawia odporność zębów na złamanie.<sup>4,8,9,10</sup> Według *Mangold* i wsp.<sup>4</sup> w zębach z pozostawioną jedną ścianą, bądź całkowitym brakiem korony, umieszczenie wkładu koronowo-korzeniowego FRC zwiększyło wytrzymałość odbudowy o 35%-60%.

*Forberger* i wsp.<sup>11</sup> oraz *Fokkinga* i wsp.<sup>12</sup> nie zaobserwowali różnic w odporności na złamanie zębów odbudowanych kompozytowymi endokoronami i wkładami koronowo-korzeniowymi FRC pokrytych kompozytowymi koronami. Według *Stricker* i *Gohring*<sup>13</sup> średnia siła powodująca pęknięcie zębów z wkładami FRC wynosiła 672N i 649N w przypadku zębów z endokoronami. Zdaniem niektórych to rodzaj materiału zastosowanego do uzupełnień ostatecznych wpływa na trwałość odbudowy. Im bardziej sztywny materiał (wyższy moduł elastyczności) uzupełnień tym mniejsze naprężenia powstają w strukturach przyległych do niego a to zapewnia lepszą odporność odbudowy na złamanie.<sup>14,15</sup>

Z innych badań wynika, że zęby przedtrzonowe odbudowane materiałem kompozytowym wykazują większą odporność na złamanie niż odbudowane przy pomocy wkładu koronowo-korzeniowego i kompozytu.<sup>12,16,17</sup> Według *Morgano* kompozytowe wkłady koronowo-korzeniowe nie wzmacniają zębów leczonych endodontycznie, a jedynie zapewniają retencję dla części naddziąsłowej.<sup>18</sup> *Massa* i

wsp.<sup>19</sup> wykazał, że zęby przedtrzonowe odbudowane bezpośrednio materiałem kompozytowym z 4 mm zakotwiczeniem w kanale, są bardziej odporne na złamanie niż zęby odbudowane za pomocą wkładów koronowo-korzeniowych. Rekonstrukcja zęba przy pomocy bezpośredniej odbudowy kompozytowej jest prostsza i bardziej ekonomiczna. Metoda ta jest mniej inwazyjna, bez preparacji korzenia unika się ryzyka jego perforacji. Konieczność wypreparowania przestrzeni dla wkładu FRC wiąże się dalszym osłabieniem pozostałych struktur zęba.<sup>20-25</sup> Nadmierne poszerzanie kanału zmniejsza odporność mechaniczną zęba.<sup>26-29</sup>

Do najczęstszych niepowodzeń związanych ze stosowaniem wkładów koronowo-korzeniowych FRC należą: utrata retencji odbudowy, złamanie wkładów FRC oraz złamanie rekonstruowanych zębów. Według niektórych autorów złamanie tych rekonstrukcji występują w szyjce zęba.<sup>30-32</sup> Nie dochodzi do uszkodzenia korzenia bądź przebiega ono w miejscu, które pozwala na ponowną odbudowę zęba.<sup>13,33,34</sup> Badacze tłumaczą ten fakt tym, że wkład FRC o module sprężystości zbliżonym do zębiny wywołuje mniejsze naprężenia w obszarze okołowierzchołkowym korzenia, natomiast większe naprężenia w okolicy przyszyjkowej.<sup>5</sup> Z drugiej strony preparacja kanału pod wkład koronowo-korzeniowy FRC powoduje wycienienie ścian korzenia w okolicy dokoronowej i wzrost naprężeń w okolicy szyjki zęba, co zwiększa podatność korzenia na pęknięcia. *Forberger* i *Gohring*<sup>11</sup> zaobserwowali głębokie złamania w obrębie korzeni. Budowa anatomiczna niektórych korzeni – szczególnie zębów przedtrzonowych predysponuje do ich pęknięcia.<sup>35-37</sup> Rezygnując z leczenia przy pomocy wkładu FRC eliminujemy ryzyko perforacji korzenia oraz dodatkowego osłabienia przez preparację przestrzeni dla wkładu FRC.<sup>20-24</sup> Zdaniem *Meyenberga*<sup>5</sup> najważniejszą gwarancją sukcesu w odbudowie zębów leczonych endodontycznie jest unikanie nadmiernego znoszenia tkanek twardych zęba, a po usunięciu

próchnicy zachowanie maksymalnie dużej ilości tych tkanek.

W przeprowadzonym badaniu ponad połowa (53%) zębów odbudowanych przy pomocy wkładów FRC nie nadawała się do ponownej odbudowy ze względu na niekorzystne, przebiegające skośnie poniżej CEJ pęknięcia korzenia. W grupie zębów odbudowanych przy pomocy endokoron odsetek tych niekorzystnych złamań był niższy i wynosił 23%. Według innych badaczy odsetek nienaprawialnych uszkodzeń wynosił 50%, niezależnie od sposobu odbudowy zębów.<sup>11,13</sup>

Niestety żadna z badanych metod odbudowy nie przywraca pierwotnej odporności zęba na złamanie. W przypadku zębów odbudowanych wkładami FRC jak i endokoronami odporność na złamanie była odpowiednio o 40% i 47% mniejsza niż w przypadku zębów nienaruszonych.

## Wnioski

1. Zęby odbudowane wkładami FRC są bardziej odporne na złamanie niż zęby odbudowane kompozytowymi endokoronami.
2. Zarówno odbudowa zęba wkładem FRC, jak i kompozytową endokoroną nie przywraca pierwotnej odporności zęba na złamanie.
3. Zęby odbudowane wkładami FRC w porównaniu z zębami zrekonstruowanymi przy pomocy endokoron częściej ulegały niekorzystnym pęknięciom korzenia, które uniemożliwiło ich ponowną odbudowę.

## Piśmiennictwo

1. *Weine FS, Wax AH, Wencklus CS*: Retrospective study of tapered, smooth post systems in place for 10 years or more. *J Endodont* 1991; 17: 293-297.
2. *Sorensen JA, Martnoff JT*: Intracoronary reinforcement and coronal coverage: a study of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent*



- 1984; 51: 780-784.
- Ferrari M, Vichi A, Fadda GM, Cagidiaco MC, Tay FR, Breschi L, Polimenti A, Goracci C*: A Randomized Controlled Trial of Endodontically Treated and Restored Premolars. *J Dent Res* 2012; 91, 7: 72-78.
  - Mangold JT, Kern M*: Influence of glass-fiber posts on the fracture resistance and failure pattern of endodontically treated premolars with varying substance loss: An in vitro study. *J Prosthet Dent* 2011; 105, 6: 387-393.
  - Meyenberg K*: The ideal restoration of endodontically treated teeth – structural and esthetic considerations: a review of the literature and clinical guidelines for the restorative clinician. *Eur J Esthet Dent* 2013; 8: 238-268.
  - Naumann M*: Kiedy wskazane są wkłady koronowo-korzeniowe – klasyfikacja i koncepcja terapeutyczna. *Quintessence Lek Stom* 2003; 6: 327-334.
  - Kraus BS, Jordan RE, Abrams L*: The dentition: its alignment and articulation, in: Kraus BS. eds. *Dental anatomy and occlusion*. The Williams and Wilkins Company, Baltimore, 1969, 223-244.
  - Salameh Z, Sorrentino R, Ounsi HF, Goracci C, Tashkandi E, Tay FR, Ferrari M*: Effect of different all-ceramic crown system on fracture resistance and failure pattern of endodontically treated maxillary premolars restored with and without glass fiber posts. *J Endod* 2007; 33, 7: 848-851.
  - Mendoza DB, Eakle WS, Kahl EA, Ho R*: Root reinforcement with a resin-bonded preformed post. *J Prosthet Dent* 1997; 78, 1: 10-14.
  - Bitter K, Meyer-Lueckel H, Fotiadis N, Blunck U, Neumann K, Kielbassa AM, et al.*: Influence of endodontic treatment, post insertion, and ceramic restoration on the fracture resistance of maxillary premolars. *Int Endo J* 2010; 43: 469-477.
  - Forberger N, Gohring TN*: Influence of type of post and core on in vitro marginal continuity, fracture resistance, and fracture mode of Lithia disilicate-based all-ceramic crowns. *J Posthet Dent* 2008; 100: 264-273.
  - Fokkinga WA, Le Bell AM, Kreulen CM, Lassila LVJ, Vallittu PK, Creugers NHJ*: Ex vivo fracture resistance of direct resin composite complete crowns with and without posts on maxillary premolars. *Int Endod J* 2005; 38: 230-237.
  - Stricker EJ, Gohring TN*: Influence of different posts and cores on marginal adaptation, fracture resistance, and fracture mode of composite rein crowns on human mandibular premolars. An in vitro study. *J Dent* 2006; 34: 326-335.
  - Dejak B*: Porównanie wytrzymałości zębów odbudowanych za pomocą indywidualnych wkładów koronowo-korzeniowych metalowych i standardowych kompozytowych wzmocnianych włóknami szklanymi. *Protet Stomatol* 2010; LX, 2: 112-123.
  - Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A*: Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth; a systematic review of the literature. Part II (Evaluation of fatigue behaviour, interfaces, and In vivo studies). *Quint Int* 2008; 39: 117-129.
  - Krejci I, Duc O, Dietschi D, de Campos E*: Marginal adaptation, retention and fracture resistance of adhesive composite restorations on devital teeth with and without posts. *Oper Dent* 2003; 28: 127-135.
  - Lin CL, Chang YH, Chang CY, Pai CA, Huang SF*: Finite element and Weibull analyses to estimate failure risks In the ceramic endocrown and classical crown for endodontically treated maxillary premolar. *Eur J Oral Sci* 2010; 118: 87-93.
  - Morgano MS*: Restoration of pulpless teeth: Application of traditional principles in present and future contexts. *J Prosthet Dent* 1996; 75, 4: 375-380.
  - Massa F, Dias C, Blos CE*: Resistance to fracture of mandibular premolars restored using



- post-and-core systems. *Quint Int* 2010; 41: 49-57.
20. *Assif D, Gorfil C*: Biomechanical consideration In restoring endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1994; 71: 565-567.
  21. *Christensen GJ*: Posts: necessary Or unnecessary? *J Am Dent Assoc* 1996; 127: 1522-1524.
  22. *Christensen GJ*: When to use fillers, build-ups Or posts and cores. *J Am Dent Assoc* 1996; 127: 1397-1398.
  23. *Stockton L, Lavelle CL, Suzuki M*: Are posts mandatory for the restoration of endodontically treated teeth? *Endod Dent Traumatol* 1998; 14: 59-63.
  24. *Salvi GE, SiegristGuldener BE, Amstad T, Joss L, Lang NP*: Clinical evolution of Root filled teeth resored with Or without post-and-core systems In a specialist practice setting. *Int Endod J* 2007; 40: 209-215.
  25. *Gohring TN, Peters AO*: Restoration of endodontically treated teeth without posts. *Am J Dent* 2003, 16: 313-318.
  26. *Al-Omiri MK, Mahmoud AA, Rayyan MR*: Fracture resistance for post-retained restorations: A overview. *J Endod* 2010; 36, 9: 1439-1449.
  27. *Śpikowska-Szostak J, Dąbrowa T*: Nowoczesne systemy prefabrykowanych wkładów koronowo-korzeniowych w praktyce stomatologicznej – przegląd piśmiennictwa. *Dent Med Probl* 2009; 46, 4: 494-500.
  28. *Pierrisnard L, Bohin F, Renault P, Barquins M*: Coronaradicular re construction of pulp less teeth: a mechanical study using finite element analysis. *J Prosthet Dent* 2002; 88: 442-448
  29. *Sathorn C, Palamara JE, Palamara D, Messer HH*: Resistance of root canal size and external root surface morphology on fracture susceptibility and pat tern: a finie element analysis. *J Endod* 2005; 40: 288-292.
  30. *Santos AFV, Meira JBC, Tamaka CB*: Can fiber posts increase root stresses and reduce fracture? *J Dent Res* 2010; 89: 587–591.
  31. *Makade CS, Meshram GK, Warhadpande M, Patil PG*: A comparative evaluation of fracture resistance of endodontically treated teeth restored with different post core systems - an in-vitro study. *J Adv Prosthodont* 2011; 3, 2: 90-95.
  32. *Jung SH, Min KS, Chang HS, Park SD, Kwon SN, Bae JM*: Microleak-age and fracture patterns of teeth restored with different posts under dynamic loading. *J Prosthet Dentist* 2007; 98: 270-276.
  33. *Maccari PC, Conceicao EN, Nunes MF*: Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with three different prefabricated composite endodontic post. *Biomaterials*. 2002; 23: 2667-2682.
  33. *Maccari PC, Conceicao EN, Nunes MF*: Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with three different prefabricated composite endodontic post. *Biomaterials*. 2002; 23: 2667-2682.
  34. *Hayashi M, Takahashi Y, Imazato S, Ebisu S*: Fracture resistance of pulpless teeth restored with post-cores and crowns. *Dent Mater* 2006; 22: 477-485.
  35. *Chenug W*: A review of the management of endodontically treated teeth: Post, core and the final restoration. *J Am Dent Assoc* 2005; 136: 611-619.
  35. *Chenug W*: A review of the management of endodontically treated teeth: Post, core and the final restoration. *J Am Dent Assoc* 2005; 136: 611-619.
  36. *Tamse A, Fuss Z, Lusting J, Kaplavi J*: An evaluation of endodontically treated vertically fractured teeth. *J Endod* 1999; 25: 506-508.
  37. *Vire DE*: Failure of endodontically treated teeth: classification and evaluation. *J Endod* 1999, 17: 338-342.

Zaakceptowano do druku: 12.11.2015 r.

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

© Zarząd Główny PTS 2015.