

# Wytrzymałość połączenia wkładów koronowo-korzeniowych wzmocnionych włóknami szklanymi z cementem kompozytowym\*

## Bond strength of glass fibre-reinforced posts with composite cement\*

*Marzena Kacprzak-Ogluszka, Beata Dejak*

Katedra Stomatologii Odtwórczej, Zakład Protetyki Stomatologicznej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi  
Kierownik: prof. dr hab. n. med. *Beata Dejak*

---

---

### HASŁA INDEKSOWE:

wkłady koronowo-korzeniowe wzmocnione włóknami szklanymi, wytrzymałość na ścinanie połączenia cement-wkład

---

---

---

---

### KEY WORDS:

glass fibre-reinforced posts, strength coaxial method for cement post junction

---

---

### Streszczenie

**Wstęp.** Częstym niepowodzeniem w zastosowaniu wkładów kompozytowych wzmocnionych włóknami szklanymi jest ich odcementowanie, czyli utrata połączenia na granicy: cement-zębina albo cement-wkład.

**Cel pracy.** Celem pracy było porównanie wytrzymałości połączenia pomiędzy różnymi wkładami koronowo-korzeniowymi wzmocnionymi włóknami szklanymi FRC (fiber reinforced composite) a wybranym cementem kompozytowym.

**Materiał i metoda.** Do badania wybrano 7 rodzajów wkładów koronowo-korzeniowych wzmocnianych włóknami szklanymi (n=10): Fiber Post (GC Europe N.V., Leuven, Belgia), Glassix (Harald Nordin SA, Chailly s/Montreux, Szwajcaria), Rebilda®Post (VOCO GmbH, Cuxhaven, Niemcy), FibreKleer Serrated Post (Pentron Clinical, Wallingford, Stany Zjednoczone), ParaPost®Fiber Lux (Coltene/Whaledent Inc., Cuyahoga Falls, Stany Zjednoczone), RelyX (3M Espe Dental Products, St.Paul, Stany Zjednoczo-

### Summary

**Introduction.** The most common failure in using glass fibre-reinforced composite posts is cementation of the post, i.e. the lack of junction between cement dentine or post.

**Aim of the study.** To compare the bond strength between different glass fibre-reinforced composite (FRC) posts and selected composite cement.

**Materials and Methods.** The following seven types of fiber reinforced composite posts (n =10): Fiber Post (GC Europe N.V., Leuven, Belgium), Glassix (Harald Nordin SA, Chailly s/Montreux, Switzerland), Rebilda®Post (VOCO GmbH, Cuxhaven, Germany), FibreKleer Serrated Post (Pentron Clinical, Wallingford, USA), ParaPost®Fiber Lux (Coltene/Whaledent Inc., Cuyahoga Falls, USA), RelyX (3M Espe Dental Products, St.Paul, USA) oraz X-Post (Dentsply Maillefer Instruments, Ballaigues, Switzerland) were evaluated. Posts were cemented into metal sleeves with dual-cure resin cement CoreXFlow (Dentsply). The bond strength test based on the

---

\* Praca finansowana przez UM w Łodzi z zadania badawczego Nr 502-03/2-148-03/502-24-006.

ne) oraz X-Post (Dentsply Maillefer Instruments, Ballaigues, Szwajcaria). Wkłady zostały zacementowane w specjalnych tulejach za pomocą dualnego cementu kompozytowego CoreXFlow (Dentsply). Badania przeprowadzono metodą testu ścinania realizowanego w procesie rozciągania współosiowego w uniwersalnej maszynie testującej Instron 4485 (Instron Corporation, Norwood, Stany Zjednoczone).

**Wyniki.** Największą wytrzymałość połączenia na ścinanie z cementem kompozytowym miały wkłady Fiber Post (GC Europe N.V., Leuven, Belgia)  $29,57 \pm 1,44$  MPa, natomiast najmniejszą wkłady Glassix (Harald Nordin SA, Chailly s/Montreux, Szwajcaria)  $17,21 \pm 0,87$  MPa. Różnice były istotne statystycznie.

**Wnioski.** 1. Spośród badanych wkładów największą wytrzymałość połączenia z cementem kompozytowym wykazuje wkład FRC Fiber Post, a najmniejszą wkład Glassix. 2. Wkłady z osnową z żywicy metakrylanowej łączą się silniej z cementami kompozytowymi.

coaxial method was performed on the samples using Instron 4485 machine (Instron Corporation, Norwood, USA).

**Results.** The significantly higher values of bond strength were demonstrated for Fiber Post (GC Europe N.V., Leuven, Belgium) with  $29.57 \pm 1.44$  MPa, and the lowest were shown by Glassix (Harald Nordin SA, Chailly s/Montreux, Switzerland) with  $17.21 \pm 0.87$  MPa. The differences were significant ( $p < 0.001$ ).

**Conclusions.** 1. The significantly higher values of bond strength were demonstrated for Fiber Post (GC Europe N.V., Leuven, Belgium) and the lowest were shown by Glassix (Harald Nordin SA, Chailly s/Montreux, Switzerland). 2. The resin methacrylic posts had a stronger junction with cement than with epoxy resin posts.

## Wstęp

Od ponad trzydziestu lat wkłady koronowo-korzeniowe wzmocnione włóknem szklanym (FRC – fibre reinforced composite posts) wykorzystywane są w stomatologii odtworczej.<sup>1,2</sup> Wkłady te zbudowane są z włókien szklanych w ilości około 60% zatopionych w żywicach epoksydowych lub metakrylanowych. Gwarantują one uzyskanie dobrego efektu kosmetycznego<sup>3</sup> i mogą stanowić alternatywę dla standardowych lub indywidualnych wkładów metalowych.<sup>4</sup> Jedną z głównych przyczyn niepowodzenia w zastosowaniu wkładów kompozytowych wzmocnionych włóknami szklanymi FRC (fibre reinforced composite) jest odcementowanie wkładu z kanału, dlatego wiele badań analizuje połączenie cement-zębina korzeniowa.<sup>5-12</sup> Drugą

istotną składową tego połączenia jest połączenie wkład-cement.<sup>13,14</sup>

Na rynku stomatologicznym występuje wiele różnych systemów wkładów FRC. Niektóre z nich dostępne są w zestawach z zalecanym systemem wiążącym i cementem kompozytowym, np. Rebuilda Post (VOCO) lub XPost (Dentsply). Większość wkładów, występuje jednak bez dedykowanego do danego wkładu FRC cementu. Lekarz dentysta stoi przed dylematem wyboru nie tylko rodzaju wkładów, lecz także cementu i systemu łączącego.

## Cel badania

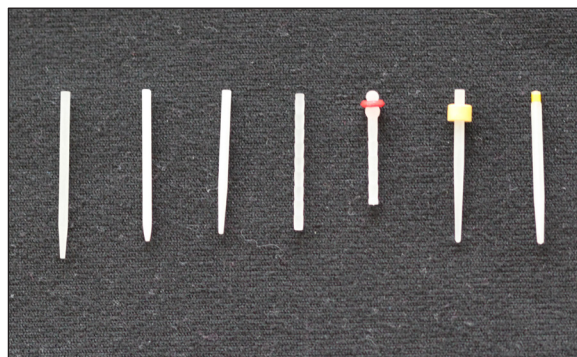
Ocena wytrzymałości połączenia różnych systemów wkładów koronowo-korzeniowych wzmocnionych włóknami szklanymi FRC a cementem kompozytowym.

## Material i metoda

Do badania wybrano 7 rodzajów wkładów koronowo-korzeniowych wzmacnianych włóknami szklanymi: Fiber Post (GC Europe N.V., Leuven, Belgia), Glassix (Harald Nordin SA, Chailly s/Montreux, Szwajcaria), Rebuilda®Post (VOCO GmbH, Cuxhaven, Niemcy), FibreKleer Serrated Post (Pentron Clinical, Wallingford, Stany Zjednoczone), ParaPost®Fiber Lux (Coltene/Whaledent Inc., Cuyahoga Falls, Stany Zjednoczone), RelyX (3M Espe Dental Products, St.Paul, Stany Zjednoczone) oraz X-Post (Dentsply Maillefer Instruments, Ballaigues, Szwajcaria). Wybrane wkłady FRC zawierały włókna szklane zatopione w żywicach epoksydowych lub metakrylanowych (ryc. 1, tab. 1). Zastosowano cement kompozytowy CoreX Flow o dualnym systemie wiązania z systemem wiążącym V generacji: XP Bond i aktywatorem Self Cure Activator (tab. 2).

Badano wytrzymałość połączenia wkład-cement na ścinanie. W celu przeprowadzenia testów wytrzymałościowych wkłady zacementowano w specjalnie przygotowanych tulejach ze stopu miedzi. W każdej z tulei wydrążono kanał o średnicy odpowiadającej sumie średnicy wkładu i 0,3 mm dystansu na cement wokół wkładu. Długość otworu w pierwszej tulejce, w której badana była wytrzymałość połączenia, wynosiła 6,0 mm. Otwór w drugiej tulei był dłuższy w celu zapewnienia retencji wkładu. Połączenie cementu z tulejami wzmocniono stosując gwint wewnętrzny. Natomiast na zewnętrznych powierzchniach tulejek wykonany był gwint, służący do przykręcenia ich do głowicy uniwersalnej maszyny testującej (ryc. 2).

Wkłady przed cementowaniem zostały odłuszczone 70% roztworem alkoholu etylowego i osuszone. Następnie pokryto je silanem (Monobond Plus, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) i po 60 sekundach osuszono. System wiążący XP Bond mieszano w równych



Ryc. 1. Wkłady FRC zastosowane w badaniu (kolejność jak w tekście).

proporcjach z aktywatorem Self Cure Activator przez 2 sekundy i aplikowano na powierzchnie wkładów w czasie 10 sekund. Nadmiary bondu zostały usunięte strumieniem powietrza z powierzchni wkładów. Cement wprowadzono do pierwszej tulejki za pomocą końcówki mieszającej z aplikatorem kanałowym i umieszczono w niej równoległościenny odcinek wkładu o długości 6 mm. Podczas cementowania wkłady umieszczono na pryzmie, która nadawała mu centralną i osiową pozycję. Po usunięciu nadmiarów, cement został spolimeryzowany z użyciem lampy diodowej (FlashMax P3; CMS Dental, Kopenhaga, Dania) w czasie 5 sekund. Po 10 minutach w drugą tuleję wklejano pozostałą, dłuższą część wkładu. Pomiędzy tulejkami pozostawiono jedno- i półmilimetrowy dystans (ryc. 3).

Przygotowane próbki opisano i odłożono do pełnego utwardzenia cementu, na tydzień, w temperaturze 37°C. Następnie wykonano badanie testem ścinania przeprowadzonym w procesie rozciągania współosiowego. Para tulei z zacementowanym wkładem została poddana rozciąganiu w uniwersalnej maszynie testującej Instron 4485 (Instron Corporation, Norwood, Stany Zjednoczone) z czujnikiem siły w zakresie pomiarowym 800 N (ryc. 3). Prędkość testu ustalono na 0,5 mm/min, obciążenie wstępne na 0,1N. Badania wytrzymałościowe przeprowadzono w laboratorium Katedry Wytrzymałości Materiałów i Konstrukcji Politechniki Łódzkiej.

Tabela 1. Nazwy wkładów wykorzystanych do badania, ich średnica, długość i skład

Nazwa wkładu i numer grupy badanej	Producent	Średnica wkładu (mm)	Długość wkładu (mm)	Kształt	Ułożenie włókien	Skład (informacje producenta oraz z piśmiennictwa) <sup>15-18</sup>
1. Fiber Post	GC Europe N.V., Leuven, Belgia	1,2	22	cyldryczno-stożkowy	jednokierunkowe	włókno szklane żywica metakrylanowa
2. Glassix	Harald Nordin SA, Chailly s/ Montreux, Szwajcaria	1,2	20	cyldryczno-stożkowy	plecionka – pęczki włókien luźno splecione	włókno szklane żywica epoksydowa
3. Rebuilda® Post	VOCO GmbH, Cuxhaven, Niemcy	1,2	19	cyldryczno-stożkowy	jednokierunkowe	włókna szklane, żywica polidimetakrylanowa
4. FibreKleer Serrated Post	Pentron Clinical, Orange, Stany Zjednoczone	1,25	18	cyldryczny	jednokierunkowe	włókna szklane żywica bis-GMA, UDMA, HDDMA fluorowodorek itru
5. ParaPost Fiber Lux	Coltene/ Whaledent Inc., Cuyahoga Falls, Stany Zjednoczone	1,25	15	cyldryczny, w części koronowej dwie „główki”	jednokierunkowe	włókna szklane żywica bis-GMA, UDMA, HDDMA
6. Rely X Fiber Post	3M ESPE Dental Products, St. Paul, Stany Zjednoczone	1,3	20	cyldryczno-stożkowy	jednokierunkowe	włókno szklane, żywica epoksydowa
7. X-Post	DENTSPLY Maillefer Instruments, Ballaigues, Szwajcaria	1,35	20	cyldryczno-stożkowy	jednokierunkowe	włókna szklane wzbogacone tlenkiem cyrkonu, żywica epoksydowa

Podczas badania rejestrowano wykres na-tężenia siły w zależności od przemieszczenia głowicy maszyny wytrzymałościowej. W każdym badaniu zapisywano wartości sił maksymalnych, przy których dochodziło do zerwania

połączenia cement-wkład we właściwej tulei (ryc. 4).

Dla każdej próbki otrzymano wartości sił maksymalnych, przy których następowało zerwanie połączenia cement-wkład. Na podstawie

Tabela 2. Skład cementu kompozytowego CoreX Flow oraz systemu wiążącego V generacji (Dentsply)

XP Bond	Self Cure Activator	CoreX Flow
dimetakrylan TBC, żywica akrylanowa PENTA, UDMA, TEGDMA, HEMA etylo-dimetyloaminobenzoesan, kamforochinon	żywica UDMA, HEMA, katalizator, fotoinicjatory, stabilizatory, aceton, woda	dimetakrylan uretanowy, dwu & trzy-funkcyjne metakrylany, szkło barowo-borowo-fluoro-krzemowe, kamforochinon (CQ)



Ryc. 2. Wkład FRC podczas cementowania umieszczony na pryzmie. Widoczny gwint zewnętrzny na końcu tulei.

wzoru (1), obliczono wytrzymałość na ścinanie połączenia wkładu z cementem:

$$R = \frac{F}{\pi dh} \quad (1)$$

gdzie:

R – wytrzymałość połączenia na ścinanie (MPa),

F – siła ścinająca (N),

d – średnica wkładu (mm),

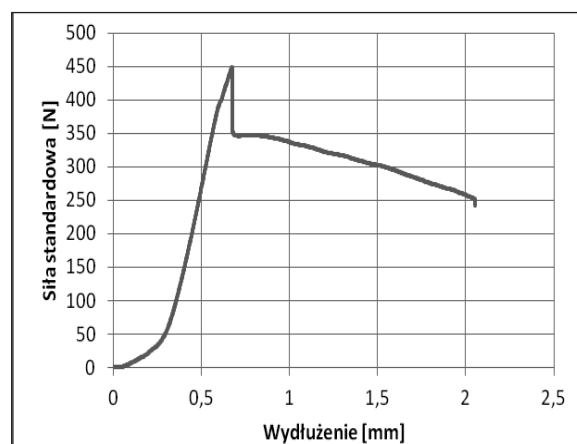
h – długość zacementowanego odcinka wkładu (6 mm),

$\pi dh$  – pole powierzchni walca wkładu (powierzchnia styku w obszarze występowania procesu ścinania).

Wykonano badanie fraktograficzne zerwanych próbek. Próbkę nieprawidłowo zerwaną (wycementowana niewłaściwa strona wkładu, usunięcie z tulejki wkładu wraz z cementem lub zerwanie wkładu) były odrzucane. Powierzchnie wkładów z próbek zerwanych prawidłowo (ryc. 5) oceniono z wykorzystaniem mikroskopu świetlnego (Olympus BX51;



Ryc. 3. Para tulejek w uchwytach maszyny wytrzymałościowej.

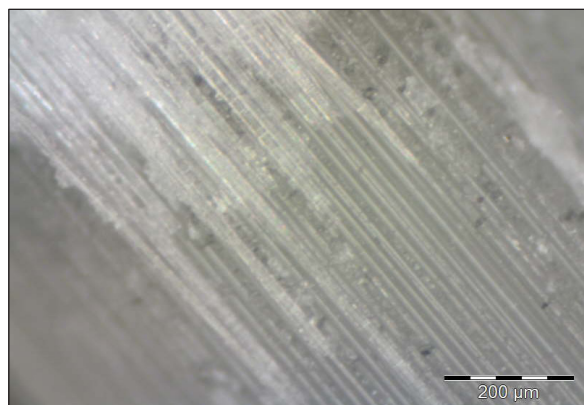


Ryc. 4. Wykres natężenia siły w trakcie testu ścinania (tu: Rebilda Post, VOCO).

Olympus Optical CO. GmbH, Hamburg, Niemcy) i wykonano zdjęcia w powiększeniu 500x (ryc. 6). Oceniono powierzchnię wkładu po teście ścinania pod kątem obecności cementu oraz charakteru zerwania. Określano typ zerwanego połączenia jako adhezyjny, kohezyjny lub mieszany. Wyniki badań poddano analizie statystycznej.



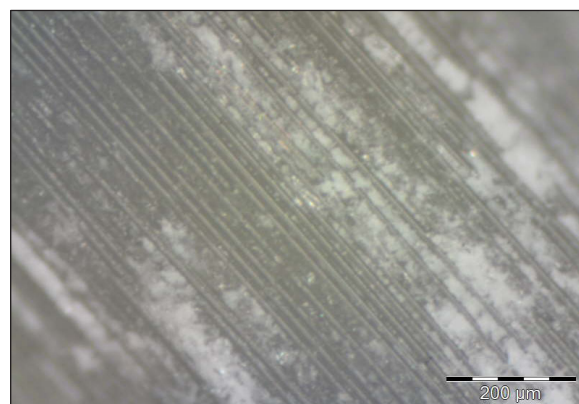
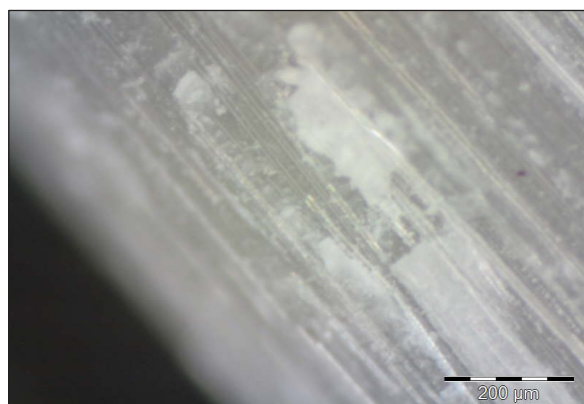
Ryc. 5. Próbkę po teście ścinania (zerwana prawidłowo).



## Wyniki

Największej siły  $667,8 \pm 30,90$  N wymagało zerwanie połączenia wkładu Fiber Post (GC Europe N.V., Leuven, Belgia) z cementem kompozytowym. Najłatwiej zerwaniu uległo połączenie cement-wkład FRC Glassix (Harald Nordin SA, Chailly s/Montreux, Szwajcaria), przy sile  $389,05 \pm 20,00$  N (tab. 3, ryc. 7).

Otrzymane wartości wytrzymałości połączenia cement-wkład na ścinanie wahały się od 17,2 do 29,6 MPa. Najlepsze zespolenie z cementem miały wkłady Fiber Post (GC), naj słabsze wkłady Glassix (Harald Nordin) (tab. 4, ryc. 8). Najwyższą wytrzymałość na ścinanie stwierdzono w grupie wkładów Fiber Post GC  $29,57 \pm 1,44$  MPa, oraz ParaPost Coltene  $27,8 \pm 1,16$  MPa. Wartości wytrzymałości na ścinanie były istotnie większe niż w grupie



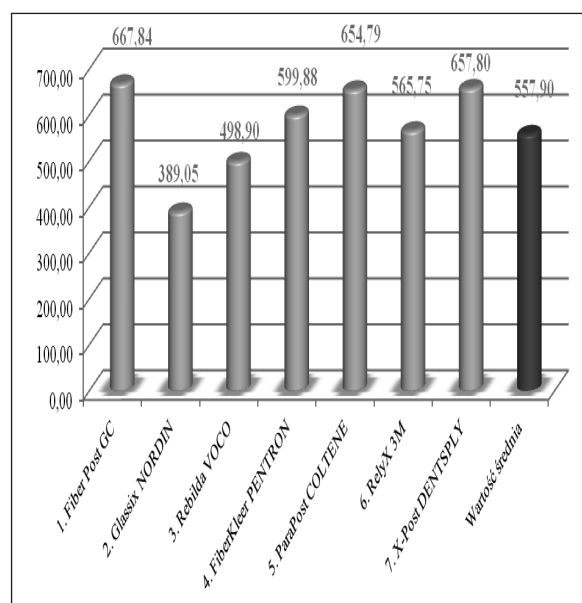
Ryc. 6. Obrazy próbek po teście ścinania w pow. 500x.

Tabela 3. Porównanie siły ścinającej w zależności od rodzaju żywicy

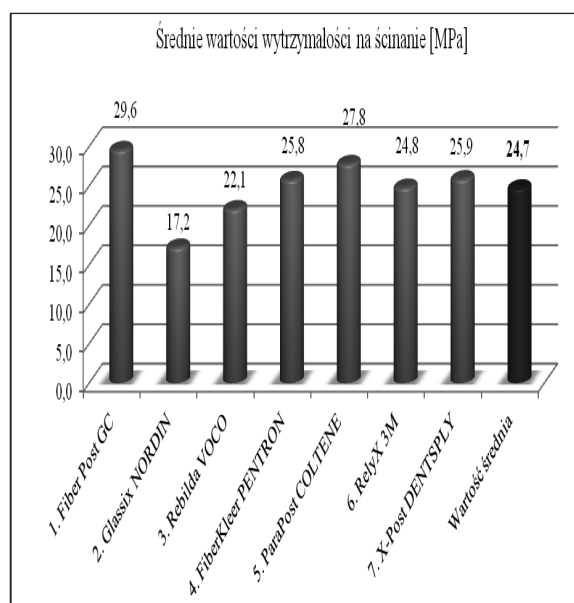
Rodzaj żywicy	Obliczone parametry statystyczne siły ścinania (N)					
	min	Max	x	Me	SD	v (%)
Metakrylanowa	498,9	667,8	583,4	583,35	84,45	10,0
Epoksydowa	389,1	657,8	523,5	523,5	134,45	23,1
Porównanie	t=0,747; p=0,489					

Tabela 4. Porównanie wytrzymałości na ścinanie w zależności od rodzaju żywicy

Rodzaj żywicy	Obliczone parametry statystyczne wytrzymałości na ścinanie (MPa)					
	min	Max	x	Me	SD	v (%)
Metakrylanowa	22,07	29,57	25,82	25,93	5,30	9,2
Epoksydowa	17,21	27,34	22,28	23,82	7,16	18,5
Porównanie	t=1,364; p=0,231					



Ryc. 7. Wartości średnie maksymalnych sił ścinających połączenie cement-wkład FRC dla badanych grup wkładów FRC (N).



Ryc. 8. Wartości średnie wytrzymałości na ścinanie dla grup wkładów FRC (MPa).

Glassix Nordin  $17,21 \pm 0,88$  MPa, Rebuilda Post VOCO  $22,07 \pm 1,62$  MPa oraz RelyX 3M  $24,80 \pm 1,81$  MPa ( $p < 0,01$ ). Pozostałe grupy nie różniły się między sobą w sposób istotny

statystycznie ( $p > 0,05$ ). Większość zerwanych połączeń miało charakter kohezyjny, niewiele mieszany, brak było zerwań typu adhezyjnego (tab. 3).

Wkłady FRC zawierające osnowę z żywicy metakrylanowej charakteryzowały się średnią siłą połączenia z cementem  $584,4 \pm 84,5$  N, a zespolone żywicą epoksydową  $523,5 \pm 134,5$  N. Wkłady FRC z żywicą metakrylanową wykazały wyższą wytrzymałość połączenia na ścinanie z cementem  $25,8 \pm 5,30$  MPa niż z osnową z żywicy epoksydowej  $22,3 \pm 7,16$  MPa. Różnica ta była nieistotna statystycznie ( $p > 0,05$ ).

## Dyskusja

Przeprowadzone badania wykazały, że rodzaj wkładu ma wpływ na wytrzymałość połączenia z cementem kompozytowym. Potwierdzają to badania innych autorów.<sup>2,15-18</sup> *Dimitrouli* i wsp. stwierdzili różnice w wynikach wytrzymałości na ścinanie pomiędzy wkładami RelyX (3M) a DT Light Post (VDW) przy zastosowaniu tego samego cementu RelyX Unicem.<sup>15</sup> *Zicari* i wsp. potwierdzili dobrą wytrzymałość połączenia wkładu Fiber Post (GC) w porównaniu do wkładów RelyX (3M) i FRC Post (Ivoclar).<sup>16</sup> W pracach *Cheleux* i wsp. wartości wytrzymałości połączenia wkład FRC – cement kompozytowy na ścinanie wyniosły od 18,5 do 35 MPa.<sup>19</sup> W badaniach innych autorów średnie wartości wytrzymałości wahały się od około 10 do 35 MPa.<sup>19-25</sup>

Osnową dla włókien szklanych stosowaną we wkładach FRC jest żywica epoksydowa lub metakrylanowa (bis-GMA, TGMA, UDMA).<sup>26-29</sup> Żywice epoksydowe stosowane są w produkcji wkładów FRC ze względu na dobrą zwilżalność włókien szklanych. W przeprowadzonych badaniach wkłady FiberPost (GC), ParaPost (Coltene) oraz FibreKleer (Pentron), które mają osnowę z żywicy metakrylanowej silniej wiązały się z cementem. Wkłady Glassix (Harald Nordin) oraz RelyX (3M) zawierające w swym składzie żywicę epoksydową miały zdecydowanie niższe wartości wytrzymałości połączenia na ścinanie z cementem kompozytowym. Wyjątek w tej

grupie stanowił wkład XPost (Dentsply), który pomimo zawartości żywicy epoksydowej w swoim składzie, wykazywał dobrą wytrzymałość połączenia z cementem  $25,9 \pm 9,97$  MPa. Różnice pomiędzy grupami nie były istotne statystycznie. Niejednoznaczność tych wyników znajduje potwierdzenie w literaturze. Wielu autorów podaje dowody na poprawne chemiczne połączenie pomiędzy żywicą epoksydową a cementami kompozytowymi.<sup>16,17,30</sup> Inni badacze wskazują, że żywice epoksydowe charakteryzują się wysokim stopniem konwersji polimerów, usieciowaną strukturą oraz brakiem grup funkcyjnych, które mogą reagować z resztami metakrylanowymi będącymi głównymi składowymi cementów kompozytowych.<sup>27,31,32</sup> Z tego powodu, producenci wkładów na bazie żywic epoksydowych pokrywają je powłoką złożoną z polimerów żywic metakrylanowych (Safety-Lock) jak w przypadku wkładu DT Light Post (VDW).<sup>15,19</sup>

Dla wkładu XPost (Dentsply) dedykowany jest cement XFlow (Dentsply), który został wykorzystany w badaniach. Wysoka wytrzymałość połączenia dla tej grupy wkładów może być wskazówką dla lekarzy klinicystów, by stosować cementy, które są sprzedawane w zestawach z wkładami FRC.

Analiza zerwanych połączeń cement-wkład wskazuje, że najczęściej zerwań miało charakter kohezyjny. W tych przypadkach dochodziło do oderwania osnowy kompozytowej z powierzchni wkładu z wrywaniem jej spomiędzy włókien szklanych z odsłonięciem włókien (ryc. 6a), a nawet ich uszkodzeniem (ryc. 6b). Niewiele zerwań miało charakter mieszany (ryc. 6c, d). Świadczy to o mocnym połączeniu pomiędzy cementem a osnową kompozytową na powierzchni wkładu. Natomiast najsłabszym punktem jest połączenie na granicy włókna szklane-osnowa/żywica.

Niektóre wkłady np. ParaPost (Coltene) oraz FibreKleer (Pentron) mają na powierzchni elementy retencyjne utworzone z żywicy.



Przeprowadzone badania wskazały, że wytrzymałość połączenia tych wkładów z cementem jest dobra, ale nie najwyższa. Elementy te zostają ścięte podczas testu rozciągania. Pozwala to stwierdzić, że makroretencje są tylko jednym z wielu elementów mających wpływ na wytrzymałość połączenia z cementem i nie determinują retencji wkładu w kanale. Podobnie *Perdigão* i wsp., w badaniu adhezji wkładów metodą push-out wykazali, że FRC Post (Ivoclar), DTLight Post (VDW) i Para Post Fiber Lux (Coltene) miały lepszą retencję niż Para Post Fiber White (Coltene), który jako jedyny posiadał struktury na powierzchni.<sup>2</sup>

W badaniach własnych wykazano, że wkłady Glassix charakteryzowały się najsłabszym połączeniem z cementem. Różnią się one od pozostałych wkładów ułożeniem włókien szklanych. Według producenta, we wkładach tych wiązki włókien szklanych przeplatają się, czyli włókna ułożone są w postaci luźno splecionych pęczków, podczas gdy w pozostałych grupach jest to ułożenie jednokierunkowe. W piśmiennictwie są dostępne prace, które udowadniają wpływ orientacji włókien na parametry mechaniczne wkładów FRC. Jednokierunkowe ułożenie włókien we wkładzie zapewnia wyższe wyniki parametrów wytrzymałościowych.<sup>33-35</sup>

O trwałości odbudowy protetycznej decyduje, między innymi, rodzaj zastosowanego wkładu, cementu oraz technika cementowania. Istotna jest retencja wkładów w korzeniach.<sup>36-38</sup> Ząb z wkładem FRC, który jest filarem dużej pracy protetycznej nie może być jej słabym ogniwem. Niepowodzenie odbudowy pojedynczego zęba może decydować o wytrzymałości całej konstrukcji protetycznej. Połączenie pomiędzy cementem a zębiną charakteryzuje się porównywalną wytrzymałością na ścinanie jak cementu z wkładem (od około 8MPa do około 21MPa).<sup>39-41</sup> Dlatego istotne jest silne połączenie cementu z wkładem jak też z zębiną korzenia.

## Wnioski

1. Spośród badanych wkładów największą wytrzymałość połączenia z cementem kompozytowym wykazuje wkład kk FRC Fiber Post, a najmniejszą wkład Glassix.
2. Wkłady z osnową z żywicy metakrylanowej łączą się silniej z cementami kompozytowymi.

## Piśmiennictwo

1. *Duret B, Reynaud M, Duret F*: New concept of coronaradicular reconstruction: the Composipost (1) Le Chirurgien-Dentiste De France 1990; 60:131.
2. *Perdigão J, Gomes G, Lee IK*: The effect of silane on the bond strengths of fiber posts Dent Mater 2006; 22(8): 752-758.
3. *D'Arcangelo C*: Fracture Resistance and Deflection of Pulpless Anterior Teeth Restored with Composite or Porcelain Veneers J Endod 2010; 36: 153-156.
4. *Beata D*: Kompendium wykonywania uzupełnień protetycznych 2014, Med Tour Press International: Otwock.
5. *Bouillaguet S*: Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin Dent Mater 2003; 19: 199-205.
6. *Aksornmuang J*: Microtensile bond strength of a dual-cure resin core material to glass and quartz fibre posts J of Dent 2004; 32: 443-450.
7. *Cagidiaco MC*: Clinical studies of fiber posts: a literature review The Intern J Prosth 2008; 21: 328-336.
8. *Dietschi D*: Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: A systematic review of the literature Quint Inter 2008; 39: 117-129.
9. *Schmage P*: Effect of surface conditioning on the retentive bond strengths of fiberreinforced composite posts J Prosthet Dent 2009; 102: 368-377.

10. *Cheleux N, Sharrock P, Degrange M*: Surface treatments on quartz fiber post: Influence on adhesion and flexural properties *Amer J Dent* 2007; 20: 375-379.
11. *Sahafi A*: Bond strength of resin cement to dentin and to surface-treated posts of titanium alloy, glass fiber, and zirconia *J Adh Dent* 2003; 5(2): 153-162.
12. *Aleisa K*: Effect of luting agents on the tensile bond strength of glass fiber posts: An in vitro study *J Prosthet Dent* 2013; 110: 216-222.
13. *Zicari F*, et al: Bonding effectiveness and sealing ability of fiber-post bonding *Dent Mater* 2008; 24: 967-977.
14. *Oliveira AS*, et al: Bonding self-adhesive resin cements to glass fibre posts: to silanate or not silanate? *Intern Endod J* 2011; 44: 759-763.
15. *Dimitrouli M, Geurtsen W, Lührs AK*: Comparison of the push-out strength of two fiber post systems dependent on different types of resin cements *Clin Oral Investig* 2012; 16: 899-908.
16. *Zicari F*, et al: Factors affecting the cement-post interface *Dent Mater* 2012; 28: 287-297.
17. *Asmussen E, Peutzfeldt A, Sahafi A*: Bonding of resin cements to post materials: influence of surface energy characteristics *J Adh Dent* 2005; 7: 231-234.
18. *Kalkan M*, et al: Bond strength between root dentin and three glass-fiber post systems *J Prosthet Dent* 2006; 96:41-46.
19. *Cheleux N, Sharrock P, Degrange M*: Adhesion of a quartz fibre post to a composite resin core: influence of bonding agents and their curing mode *J Biomater Sc* 2008; 19: 853-861.
20. *Soares CJ*, et al: Influence of airborne-particle abrasion on mechanical properties and bond strength of carbon/epoxy and glass/bis-gma fiber-reinforced resin posts *J Prosthet Dent* 2008; 99: 444-454.
21. *Goracci C*, et al: The adhesion between prefabricated FRC posts and composite resin cores: microtensile bond strength with and without post-silanization *Dent Mater* 2005; 21: 437-444.
22. *Bitter K*, et al: Effect of silanization on bond strengths of fiber posts to various resin cements *Quint Inter* 2007; 38: 121-128.
23. *Khamverdi Z, Talebian R*: Effect of ascorbic acid, ethanol and acetone on adhesion between the treated fiber posts and composite resin cores *J Adv Prosthodont* 2012; 4: 187-191.
24. *Yenisey M, Kulunk S*: Effects of chemical surface treatments of quartz and glass fiber posts on the retention of a composite resin *J Prosthet Dent* 2008; 99: 38-45.
25. *Monticelli F*, et al: Post-surface conditioning improves interfacial adhesion in post/core restorations *Dent Mater* 2006; 22: 602-609.
26. *Goracci C*, et al: Light-transmitting Ability of Marketed Fiber Posts *J Dent Research* 2008; 87: 1122-1126.
27. *Stewardson DA*, et al: The flexural properties of endodontic post materials *Dent Mater* 2010; 2010 Academy of Dent Mater Published by Elsevier Ltd: England : 730-736.
28. *Santos V*, et al: Sealing Ability of Three Fiber Dowel Systems *J Prosthodont* 2009; 18: 566-576.
29. *Zicari F*, et al: Mechanical properties and micro-morphology of fiber posts *Dent Mater* 2013; 29 : 45- 52.
30. *Van Meerbeek B*, et al: The clinical performance of adhesives *J Dent* 1998; 26: 1-20.
31. *Purton DG, Payne JA*: Comparison of carbon fiber and stainless steel root canal posts *Quint Int* 1996; 27: 93-97.
32. *Goracci C*, et al: The contribution of friction to the dislocation resistance of bonded fiber posts *J Endod* 2005; 31: 608-612.
33. *Furtos G*, et al: Influence of filler/reinforcing agent and post-curing on the flexural properties of woven and unidirectional glass fiber-reinforced composites *J Mater Sc* 2012; 47 : 3305-3314.

34. *Ji-Myung B*, et al: The Flexural Properties of Fiber-Reinforced Composite with Light-Polymerized Polymer Matrix *Int J Prosthodont* 2001; 14: 33-39.
35. *Kok-Heng C, Chai J*: Strength and Mode of Failure of Unidirectional and Bidirectional Glass Fiber-Reinforced Composite Materials *Int J Prosthodont* 2003; 16: 161-166.
36. *Sarkis-Onofre R*, et al: Cast metal vs glass fibre posts: A randomized controlled trial with up to 3 years of follow up *J Dent* 2014; 42 : 582-587.
37. *Reagan SE*, et al: Effects of cyclic loading on selected post-and-core systems *Quint Int* 1999; 30 : 61-67.
38. *Giovani AR*, et al: In vitro fracture resistance of glass-fiber and cast metal posts with different lengths *J Prosthet Dent* 2009; 101: 183-188.
39. *Mirmohammadi H*, et al: Effect of post diameter and cement thickness on bond strength of fiber posts *Quint Int* 2013; 44: 801-810.
40. *Ohlmann B*, et al: The effect of two luting agents, pretreatment of the post, and pretreatment of the canal dentin on the retention of fiber-reinforced composite posts *J Dent* 2008; 36: 87-92.
41. *Guler AU*, et al: Effects of different acids and etching times on the bond strength of glass fiber-reinforced composite root canal posts to composite core material *Quint Int* 2012; 43: e1-e8.

Zaakceptowano do druku: 26.04.2018 r.

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

© Zarząd Główny PTS 2018.