

KRZYSZTOF SIDOROWICZ¹, JERZY SOKALSKI¹, AGNIESZKA PERNAK^{2,3}, BEATA CZARNECKA⁴

Ocena szczelności wybranych cementów do wypełnień kanałów korzeniowych zębów poddanych resekcji wierzchołka korzenia

Evaluation of Sealing Ability of Selected Dental Cements Used for Orthograde Filling of Roots in Resected Teeth

¹ Katedra i Klinika Chirurgii Stomatologicznej Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu

² Klinika Ortodoncji Katedry Stomatologii Dziecięcej Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu

³ Katedra i Zakład Patomorfologii Klinicznej Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu

⁴ Katedra i Zakład Biomateriałów i Stomatologii Doświadczalnej Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu

Streszczenie

Wprowadzenie. Powodzenie zabiegu resekcji wierzchołka korzenia zależy od wielu czynników. Jednym z nich jest zapewnienie całkowitej szczelności wypełnionego kanału korzeniowego za pomocą właściwego opracowania oraz wypełnienia kanału. Ma to na celu uniemożliwienie zasiedlania jamy poresekcyjnej przez patogenne drobnoustroje mogące zaburzać odbudowę kostną.

Cel pracy. Analiza szczelności wypełnienia kanałów korzeniowych po zastosowaniu wybranej metody opracowania i ostatecznego wypełnienia cementem przed zabiegiem resekcji. Metoda ta ma umożliwić przeprowadzenie samego zabiegu resekcji bez konieczności wstecznego wypełnienia kanału korzeniowego.

Materiał i metody. W badaniu oceniono, w mikroskopie świetlnym metalograficznym, szczelność wypełnienia kanałów korzeniowych wypełnionych jednym z trzech cementów: fosforanowym z hydroksyapatytem Agatos HA[®] firmy Chema-Rzeszów, fosforanowym Hoffman's[®] firmy Hoffman's Dental oraz szklojonomerowym Ketac-Cem[®] firmy 3M ESPE. Badany materiał stanowiło 61 wierzchołków korzeniowych uzyskanych podczas zabiegów resekcji. Kanały korzeniowe były wypełnione od strony korony na godzinę przed zabiegiem.

Wyniki. Nieszczelności w wypełnieniu kanału korzeniowego, na poziomie cięcia resekcyjnego wystąpiły w 10% badanych wierzchołków. W obu z badanych grup cementów fosforanowych pojawiły się pojedyncze nieszczelności, a w grupie z cementem szklojonomerowym nieszczelności wystąpiły w 4 przypadkach.

Wnioski. Badane cementy fosforanowe zastosowane w powyższym badaniu do wypełnienia kanałów korzeniowych resekowanych zębów zapewniają szczelność, która jest jednym z warunków powodzenia zabiegu resekcji. Należy jednak nadal prowadzić badania umożliwiające znalezienie idealnego materiału do wypełnienia kanału przed zabiegiem resekcji (Dent. Med. Probl. 2010, 47, 4, 450–455).

Słowa kluczowe: resekcja wierzchołka korzenia, wypełnienie kanałów korzeniowych, szczelność cementów dentystycznych.

Abstract

Background. The final success of apicoectomy depends on many factors. One of them is complete sealing of the root canal, which can be obtained by preparing and filling of the canal with the proper material. The aim of such a tight filling is to avoid pathological bacteria, which can develop in an apicoectomy site.

Objectives. The aim of the study is to analyze the tightness of selected dental cements used for filling of canals in resected teeth. The method of preparing and final orthograde filling should make the retrograde root filling not necessary.

Material and Methods. In the current study, the sealing ability of the material in the root canal in resected teeth was evaluated in the metallographic microscope. The materials used were as follows: phosphate cements with hydroxyapatite Agatos HA[®] (Chema-Rzeszów), phosphate cements Hoffman's[®] (Hoffman's Dental) and glass-ionomer cement Ketac-Cem[®] (3M ESPE). Sixty-one apices which were removed during apicoectomy operation, were analyzed. The root canals were prepared and filled in the orthograde manner, one hour before an operation.

Results. The gaps in the fillings of root canals, on the resection level, appeared in 10% of all cases. In both groups of phosphate cements, there were single gaps. In the group of glassionomer cement, there were gaps in four cases.

Conclusions. Phosphate cements used in the study are proper to seal the filling of root canals in resected teeth. The ideal material which will allow the root canal of a resected tooth to be sealed and at the same time promote healing of the surrounding bone is still being looked for (**Dent. Med. Probl.** 2010, 47, 4, 450–455).

Key words: apicoectomy, root canal filling, sealing ability of dental cements.

Mimo intensywnego rozwoju technik leczenia endodontycznego, wciąż zdarzają się przypadki zmuszające do rozwiązania z zakresu chirurgii endodontycznej, czyli wykonania resekcji wierzchołka korzenia. Zabieg ten jest powszechnie stosowanym i akceptowanym sposobem leczenia [1, 2].

Jednym z ważniejszych czynników powodzenia zabiegu jest szczelność wypełnionych kanałów korzeniowych w odległości ok. 3 mm od wierzchołka, czyli w miejscu wykonania cięcia resekcyjnego [3]. Decyzja o przeprowadzeniu resekcji powinna być podjęta wspólnie z doświadczonym endodontą [4]. Wybór materiału zastosowanego do wypełnienia kanału korzeniowego zależy od istniejących warunków miejscowych oraz doświadczenia operatora.

Wśród przyczyn konieczności interwencji chirurgicznej należy wymienić: skomplikowaną anatomię wierzchołkowej części kanału korzeniowego, dużą wirulencję szczepów bakteryjnych, powikłania leczenia endodontycznego (złamanie narzędzia kanałowego, przepchnięcie materiału wypełniającego poza otwór wierzchołkowy lub perforacje korzenia), a także urazy powodujące złamania przyszczytowe.

Lekarz decydujący się na przeprowadzenie zabiegu resekcji ma do wyboru różne techniki i materiały do wypełnienia kanału korzeniowego. Najczęstszym sposobem postępowania jest resekcja z wstecznym wypełnieniem kanału. Niektórzy autorzy podkreślają jednak wady tej metody. Operowanie bowiem w trudno dostępnym i narażonym na ciągłe zawilgocenie środowisku podczas wypełnienia wstecznego zwiększa ryzyko niekompletnego związania materiału wypełniającego, co może w konsekwencji prowadzić do nieszczelności wypełnienia.

Autorzy preferujący wsteczne wypełnienie (*retrograde filling*) argumentują swój wybór tym, że tylko wsteczne opracowanie światła kanału i usunięcie drobnoustrojów z tej okolicy, a następnie odpowiednie wprowadzenie materiału wypełniającego zmniejsza możliwość zasiedlenia tej okolicy przez drobnoustroje i zapewnia sukces leczenia [5–9].

Opracowanie kanałów do wypełnienia wstecznego, nawet z wykorzystaniem nowoczesnych urządzeń ultradźwiękowych, naraża ściany korzenia na ryzyko pęknięć. Jest ponadto zabiegiem

technicznie niełatwym, często wymaga większego dostępu niż zakres usuwanej zmiany patologicznej, a więc poszerzenia pola operacyjnego w obszarze zdrowej kości.

Wsteczne wypełnienie wiąże się z koniecznością użycia dodatkowego instrumentarium i materiałów. W przypadku niedostatecznego retencyjnego opracowania ujścia kanału od strony korzeniowej zwiększa się ryzyko wysunięcia materiału z opracowywanego ubytku. Taka sytuacja prowadzi do zaburzenia gojenia i często niepowodzenia całego leczenia. Nie bez znaczenia dla zachowania szczelności i wytrzymałości wypełnienia jest też fakt, że materiał do wypełnienia wstecznego różni się właściwościami fizykochemicznymi od materiału wypełniającego pozostałą część kanału korzeniowego [10].

Optymalnym rozwiązaniem wydaje się więc poszukiwanie najodpowiedniejszych materiałów i technik ich zastosowania, które umożliwią wypełnienie kanałów korzeniowych bez konieczności dopełniania wstecznego [11–13].

W przedstawianej pracy wykonano badania *in vitro*, na materiale pobranym *ex vivo*, badając jeden wybrany parametr, tj. szczelność wypełnień kanałów na wysokości cięcia resekcyjnego.

Autorzy spróbowali odpowiedzieć na pytanie, czy wybrana metoda opracowania i wypełniania kanałów korzeniowych (*orthograde filling*) zapewnia szczelność w zębach resekowanych na granicy połączenia: gutaperka–cement, cement–zębina oraz gutaperka–zębina. W tym celu poddano analizie mikroskopowej powierzchnie wierzchołków pozyskanych podczas resekcji. Obserwacje te miały pomóc w podjęciu decyzji o zaniechaniu rutynowo wykonywanego wstecznego wypełnienia kanału w przypadkach prawidłowego wypełnienia kanału przygotowującego do zabiegu resekcji.

Materiał i metody

Po starannym zanalizowaniu wskazań i przeciwwskazań do zabiegów resekcji zakwalifikowano 61 zębów jednokorzeniowych. Przygotowanie do zabiegów polegało na opracowaniu i wypełnieniu kanałów według przyjętego schematu.

Długość roboczą ustalono na podstawie pomiarowego zdjęcia rentgenowskiego. W tym celu

wprowadzano do kanału narzędzie nr 15 i wykonywano zdjęcie rentgenowskie. Kanały opracowywano 1 mm przed wierzchołkiem rentgenowskim maszynowymi narzędziami niklowo-tytanowymi ProFile. Ostatnie narzędzie, które wprowadzano na pełną długość roboczą było rozmiaru 45.04. Po osuszeniu ćwiekami papierowymi przystępowano do ostatecznego wypełniania kanałów korzeniowych metodą pojedynczego ćwieka. Materiał wypełniający wprowadzano w 2 porcjach za pomocą igły Lentulo rozmiar 40 przy obrotach 120/min. Pierwszą badaną grupę stanowiło 21 zębów, które wypełniono cementem fosforanowym z hydroksyapatytem Agatos HA[®] firmy Chema-Rzeszów, drugą: 20 zębów wypełnionych cementem fosforanowym Hoffman's[®] firmy Hoffman's Dental. Trzecią grupę stanowiło 20 zębów, w których zastosowano cement szklanojononmerowy Ketac-Cem[®] firmy 3M ESPE.

Kolejnym etapem badań było przeprowadzenie zabiegów resekcji wierzchołków korzeni zębów według standardów postępowania chirurgicznego. Do odcięcia wierzchołków użyto wiertel szczelinowych z węglików spiekanych nr 12 firmy Maillefer.

Uzyskany materiał był przechowywany w osobnych fiolkach z cieczą jonową [DDA][NO₃], czyli azotanem (V) didecylodimetyloamoniowym. [DDA][NO₃] jest to środek utrwalający o właściwościach bakteriobójczych i bakteriostatycznych. Wykazuje ponadto małą toksyczność wobec organizmów stałocieplnych ($LD_{50} > 500$ mg/kg masy ciała) i nie paruje [14]. Ciecze jonowe są doskonałym zamiennikiem formaliny o potwierdzonych właściwościach utrwalających [15, 16]. Dzięki właściwościom fizykochemicznym [DDA][NO₃] uzyskano stabilne środowisko przechowywanego materiału i możliwość jednoczesnego przeprowadzenia dalszych etapów badań, co miało zapewnić eliminację potencjalnych błędów podczas badań mikroskopowych powtarzanych kilkakrotnie.

Po przeprowadzeniu wszystkich zabiegów resekcji przystąpiono do części laboratoryjnej. Każdy z wierzchołków zatopiono w żywicy Pattern Resin w specjalnie przygotowanych z masy silikonowej formach, co umożliwiło wypolerowanie analizowanych powierzchni. Do polerowania użyto papierów ściernych P-NAC-S o ziarnistości 4000 μ m i PAD RAM L – o ziarnistości 250 μ m oraz lubrykantu Diament LDM – 1 μ m.

Tak przygotowane próbki oglądano w metalograficznym mikroskopie świetlnym Eclipse LV-100D firmy Nikon, w 50-krotnym powiększeniu. Mikroskop metalograficzny umożliwia przeprowadzanie obserwacji próbek nieprzezroczystych o krystalicznej strukturze w świetle odbitym. Pozwoliło to na precyzyjną analizę wierzchołków

odciętych i wypolerowanych, a więc wykrycie rzeczywistych nieszczelności obecnych w materiale wypełniającym. W poddanych badaniu próbkach oceniano wzrokowo adhezję cementu do zębiny, cementu do gutaperki oraz gutaperki do zębiny. Zintegrowany z mikroskopem program komputerowy LUCIA IMAGES umożliwiał edycję obrazu polegającą na oznaczeniu brzegów nieszczelności linią oraz automatycznym obliczeniu ich powierzchni, co wykonano w każdym przypadku wystąpienia nieszczelności.

Wyniki

Nieszczelności w wypełnieniu kanału korzeniowego wystąpiły w każdej z badanych grup. W grupie zębów wypełnionych cementem Agatos HA stwierdzono jedną nieszczelność (ryc. 1), co stanowiło 4,8% całej grupy. Także w grupie z cementem fosforanowym Hoffman's stwierdzono jedną nieszczelność (ryc. 2), co stanowiło 5% badanej grupy. W grupie zębów wypełnionych cementem szklanojononmerowym Ketac-Cem (ryc. 3–6) nieszczelności wystąpiły w 4 zębach, tj. w 20% przypadków. Nieszczelności stwierdzono w 3 przypadkach na granicy cement–zębina i w 3 przypadkach na granicy cement–gutaperka (tab. 1).

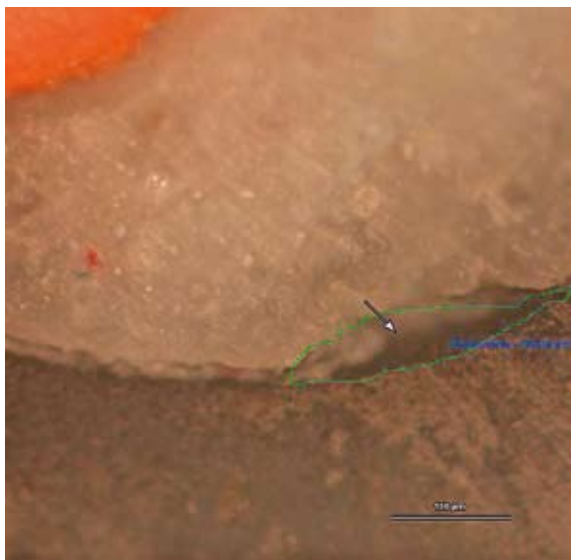
Średnia powierzchnia wszystkich stwierdzonych nieszczelności wyniosła 0,0358 mm², a w poszczególnych przypadkach wielkości nieszczelności nie odbiegały znacząco od średniej (odchylenie standardowe 0,017).

Na badanych powierzchniach każdej z nieszczelnych próbek stwierdzano zawsze obecność



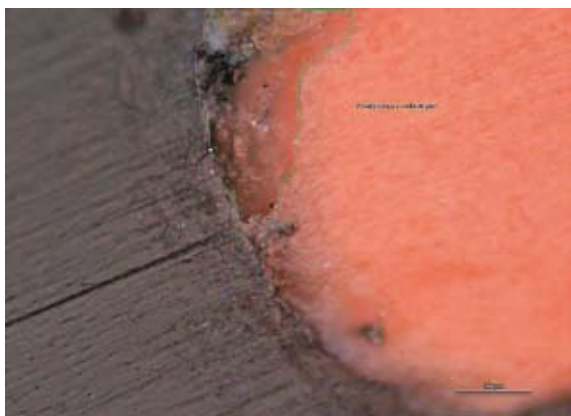
Ryc. 1. Widok mikroskopowy przekroju kanału korzeniowego zresekowanego wierzchołka wypełnionego cementem fosforanowym Hoffman's (pow. 100 \times). Nieszczelność oznaczona strzałką i otoczona zieloną linią

Fig. 1. The microscope view of the cross-section of resected tooth filled with phosphate cement Hoffman's (magn. $\times 100$). The gap is pointed with the arrow and surrounded with green line



Ryc. 2. Widok mikroskopowy przekroju kanału korzeniowego zresekowanego zęba wypełnionego cementem fosforanowym Agatos HA (pow. 100×). Nieszczelność oznaczona strzałką i otoczona zieloną linią

Fig. 2. The microscope view of the cross-section of resected tooth filled with phosphate cement Agatos HA (magn. ×100). The gap is pointed with the arrow and surrounded with green line



Ryc. 3. Widok mikroskopowy przekroju kanału korzeniowego zresekowanego zęba wypełnionego cementem szkłanojononimerowym Ketac-Cem (pow. 100×). Nieszczelność oznaczona strzałką i otoczona zieloną linią

Fig. 3. The microscope view of the cross-section of resected tooth filled with glassionomer cement Ketac-Cem (magn. ×100). The gap is pointed with the arrow and surrounded with green line

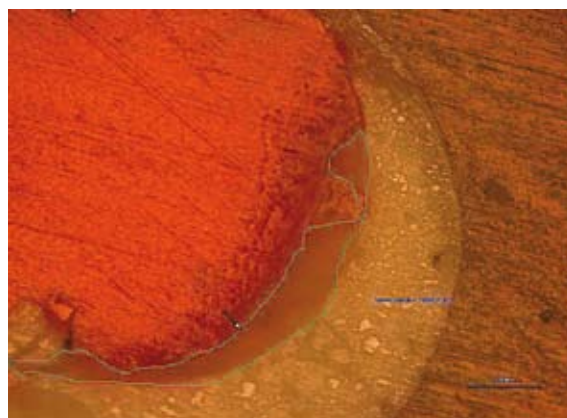
Ryc. 6. Widok mikroskopowy przekroju kanału korzeniowego zresekowanego zęba wypełnionego cementem szkłanojononimerowym Ketac-Cem (pow. 100×). Nieszczelność oznaczona strzałką i otoczona zieloną linią

Fig. 6. The microscope view of the cross-section of resected tooth filled with glassionomer cement Ketac-Cem (magn. ×100). The gap is pointed with the arrow and surrounded with green line



Ryc. 4. Widok mikroskopowy przekroju kanału korzeniowego zresekowanego zęba wypełnionego cementem szkłanojononimerowym Ketac-Cem (pow. 100×). Nieszczelność oznaczona strzałką i otoczona zieloną linią

Fig. 4. The microscope view of the cross-section of resected tooth filled with glassionomer cement Ketac-Cem (magn. ×100). The gap is pointed with the arrow and surrounded with green line



Ryc. 5. Widok mikroskopowy przekroju kanału korzeniowego zresekowanego zęba wypełnionego cementem szkłanojononimerowym Ketac-Cem (pow. 100×). Nieszczelność oznaczona strzałką i otoczona zieloną linią

Fig. 5. The microscope view of the cross-section of resected tooth filled with glassionomer cement Ketac-Cem (magn. ×100). The gap is pointed with the arrow and surrounded with green line

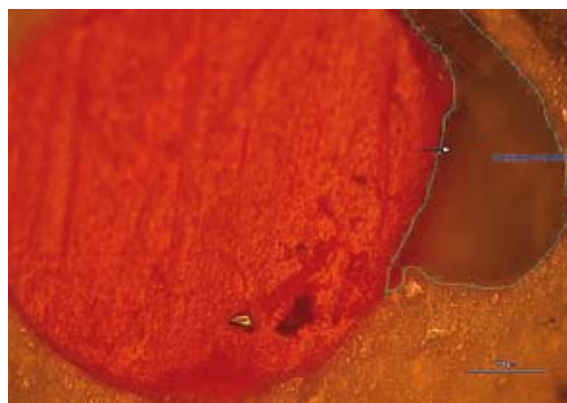


Tabela 1. Miejsca wystąpienia nieszczelności w poszczególnych próbkach oraz na ich powierzchniach w mm²**Table 1.** Localization of gaps and surface of gaps in mm²

| Nr próbki (Number of sample) | Rodzaj cementu (Type of cement) | Miejsce wystąpienia nieszczelności (Gaps) | Powierzchnia nieszczelności (Surface of gaps) mm ² |
|---------------------------------|--|---|---|
| 1. | Cement fosforanowy (Agatos HA) | cement–zębina | 0,008 |
| 2. | Cement fosforanowy (Hoffman's) | cement–zębina | 0,043 |
| 3. | Cement szklanojononmerowy (Ketac-Cem) | gutaperka–cement | 0,034 |
| 4. | Cement szklanojononmerowy (Ketac-Cem) | cement–zębina | 0,054 |
| 5. | Cement szklanojononmerowy (Ketac-Cem) | gutaperka–cement | 0,024 |
| 6. | Cement szklanojononmerowy (Ketac-Cem) | gutaperka–cement | 0,052 |

tylko pojedynczej nieszczelności. Kształt nieszczelności był w każdym przypadku regularny, o zaokrąglonych brzegach, nigdy zaś nie wystąpiły podłużne szczeliny mogące świadczyć o pęknięciu cementu lub zębiny.

Omówienie

Analizując kształt i wielkość nieszczelności, można przypuszczać, że mogą być spowodowane obecnością pęcherzy powietrza, które powstają podczas ręcznego mieszania materiału oraz wprowadzania go do kanału za pomocą igły Lentulo i są bardzo trudne do wyeliminowania. Wystąpienie 20% nieszczelności w zębach wypełnionych cementem szklanojononmerowym może wynikać z właściwości reologicznych tego cementu. Długa cząsteczka kwasu poliakrylowego powoduje, że materiał ten bezpośrednio po zamieszaniu jest bardzo lepki, co utrudnia jego wprowadzanie do kanału korzeniowego [17].

Inną przyczyną wystąpienia nieszczelności, oprócz pęcherzy powietrza, może być zmiana lepkości cementu podczas wiązania. Czas wiązania każdego z materiałów zależy od dokładnych proporcji proszku do płynu, temperatury i wilgotności otoczenia. Ma to wpływ na dynamikę zmiany lepkości i jest prawdopodobne, że podczas uszczelniania świeżym gutaperkowym materiałem, który zaczyna wiązać w kanale, zamiast dopchnięcia cementu następuje jego częściowe oderwanie od zębiny.

Możliwe, że jednym z czynników umożliwiających uzyskanie bardzo dobrej szczelności cementów fosforanowych w obu badanych grupach mogło być zjawisko częściowego wytrawienia powierzchni zębiny przez kwas fosforanowy.

Przeprowadzone badanie nie pozwoliło na określenie, jak głęboko wzdłuż ścian kanału sięgają obserwowane nieszczelności, dla kolonizacji bakterii najistotniejsza wydaje się jednak sama obecność nieszczelności, co jest niekorzystne niezależnie od głębokości.

Badania były przeprowadzane *in vivo*, dlatego cięcie resekcyjne prowadzono w zależności od warunków miejscowych na różnej wysokości korzenia. Dlatego też uzyskane przekroje kanału korzeniowego miały różną proporcję cementu do gutaperki. Nie stwierdzono jednak zależności między wystąpieniem nieszczelności a grubością warstwy cementu znajdującego się między gutaperką a zębiną.

Wydaje się, że przygotowanie preparatów do oceny mikroskopowej, polegające na polerowaniu obserwowanej powierzchni odciętych wierzchołków, nie powinno przyczynić się do powstania artefaktów. Użyto drobnopiętowego papieru oraz lubrykantu, który zapewniał minimalną utratę tkanek i niewielkiej zmianie mogła ulec jedynie obliczona powierzchnia nieszczelności. W kilku przypadkach obserwowane w mikroskopie obrazy były nieostre. Wykonywano dodatkowe polerowanie, aby obraz nieszczelności był bardziej zadowalający. Nie stwierdzono istotnych różnic dotyczących wielkości nieszczelności przed i po polerowaniu próbki.

Z badań autorów wynika, że opracowanie kanałów korzeniowych narzędziami maszynowymi niklowo-tytanowymi i wypełnienie ich pojedynczym świeżym głównym za pomocą cementu fosforanowego jako uszczelnacza zapewnia szczelność kanałów, będącą jednym z warunków podłożenia zabiegu resekcji.

Nieszczelności w wypełnieniu kanałów w przeprowadzonym badaniu były spowodowane prawdo-

podobnie niedoskonałością techniki wprowadzania materiału do kanału korzeniowego, a w przypadku cementu gласjonomerowego również specyficznymi właściwościami reologicznymi tego materiału.

Każdy zabieg resekcji, w przypadku stwierdzenia nieszczelności, powinien być przeprowadzany w warunkach umożliwiającym przeprowadzenie wstecznego opracowania i wypełnienia kanałów odpowiednim materiałem.

Pismiennictwo

- [1] GUTMANN J.L.: Surgical endodontics: quo vadis? Endod. Topics 2005, 11, 1–3.
- [2] ERKUT S., TANYEL R.C., KEKLIKOGU N., YILDIRIM S., KATIBOGLU A.B.: A comparative microleakage study of retrograde filling material. Turk. J. Med. Sci. 2006, 36, 113–120.
- [3] TASSERY H., REMUSAT M., KOUBI G., PERTOT W.J.: Comparison of the intraosseous biocompatibility of Vitremer and super EBA by implantation into the mandible of rabbits. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod. 1997, 83, 602–608.
- [4] RUD J., RUD V., MUNKSGAARD E.C.: Periapical healing of mandibular molars after root-end sealing with dentine bonded composite. Int. Endod. J. 2001, 34, 285–292.
- [5] DANIN J., LINDER L.E., LUNDQVIST G., OHLSSON L., RAMSKO L.O., STROMBERG T.: Outcomes of periradicular surgery in cases with apical pathosis and untreated canals. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod. 1999, 87, 227–232.
- [6] WILLIAM P. SAUNDERS: Considerations in the revision of previous surgical procedures. Endod. Topics 2005, 11, 206–218.
- [7] TRONSTAD L., TITTERUD SUNDE P.: The evolving new understanding of endodontic infections. Endod. Topics 2003, 6, 57–77.
- [8] RUD J., RUD V., MUNKSGAARD E.C.: Periapical healing of mandibular molars after root-end sealing with dentine-bonded composite. Int. Endod. J. 2001, 7, 285–292.
- [9] PIĄTKOWSKA H.: Współczesne poglądy na temat resekcji wierzchołka korzenia zęba. Magazyn Stomatol. 1995, 5, 7, 24–25.
- [10] KOZAKIEWICZ M., ARKUSZEWSKI P., SKOTNICKA E.: Resekcje wierzchołków korzeni zębów bocznych. Magazyn Stomatol. 2001, 11, 9, 10–13.
- [11] KONTAKIOTIS E.G., LAGOUidakos T.A., GEORGOPOULOU M.K.: The influence of root-end resection and root-end cavity preparation on microleakage of root filled teeth *in vitro*. Int. Endod. J. 2004, 37, 403–407.
- [12] GRUNG B., MOLVEN O., HALSE P.: A Periapical surgery in a Norwegian county hospital: Follow up findings of 477 teeth. J. Endod. 1990, 16, 411–417.
- [13] BUN SAN CHONG, T.R. PITT FORD: Root-end filling materials: rationale and tissue response. Endod. Topics, 2005, 11, 114–130.
- [14] PERNAK J., ŚMIGŁAK M., GRIFFIN S.T., HOUGH W.L., WILSON T.B., PERNAK A., ZABIŁSKA-MATEJUK J., FOJUTOWSKI A., KITA K., ROGERS R.D.: Long alkyl chain quaternary ammonium-based ionic liquids and potential applications. Green Chem. 2006, 8, 798–806.
- [15] MAJEWSKI P., PERNAK A., GRZYMISŁAWSKI M., IWANIK K., PERNAK J.: Ionic liquids in embalming and tissue preservation. Can traditional formalin-fixation be replaced safely? Acta Histochem. 2003, 105, 135–142.
- [16] PERNAK A., IWANIK K., MAJEWSKI P., GRZYMISŁAWSKI M., PERNAK J.: Ionic liquids as an alternative to formalin in histopathological diagnosis. Acta Histochem. 2005, 107, 149–156.

Adres do korespondencji:

Krzysztof Sidorowicz
Katedra i Klinika Chirurgii Stomatologicznej UM
ul. Bukowska 70
60-812 Poznań
tel.: 061 854 70 80, 061 854 70 16
e-mail: ksido@wp.pl

Praca wpłynęła do Redakcji: 4.05.2009 r.
Po recenzji: 21.05.2009 r.
Zaakceptowano do druku: 25.11.2010 r.

Received: 4.05.2009
Revised: 21.05.2009
Accepted: 25.11.2010