

## Treatment of internal inflammatory root resorption – based on own observations

### Leczenie resorpcji wewnętrznej zapalnej korzenia zęba – doświadczenia własne

Krystyna Pietrzycka, Halina Pawlicka

Zakład Endodoncji, Katedra Stomatologii Zachowawczej i Endodoncji, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Polska  
Department of Endodontics, Chair of Conservative Dentistry and Endodontics, Medical University of Łódź, Poland  
Head: prof. dr hab. H. Pawlicka

#### Abstract

**Introduction.** Internal inflammatory root resorption, termed internal granuloma, is a relatively rare pathological process. Resorption is defined as the process of destruction of hard dental tissues, gingiva or alveolar ridge, but if permanent teeth are affected, it is always a pathological condition. Internal inflammatory resorption begins in the dentine from inside of the pulp chamber. It is initiated and stimulated by infected necrotic pulp located coronally in relation to the resorption cavity. The choice of therapeutic methods and the success of treatment depend on the etiology of this phenomenon, and the degree of advancement of the disease. **Aim of the study.** To describe four cases of the authors' own patients treated for internal inflammatory root resorption. **Conclusion.** The use of modern diagnostic and therapeutic methods namely three-dimensional diagnostic radiology, endodontic techniques such as ultrasonic methods used during irrigation and thermoplastic methods of canal obturation can provide good results of treatment of this pathology.

#### Streszczenie

**Wprowadzenie.** Resorpcja wewnętrzna zapalna korzenia, określana mianem ziarniniaka wewnętrznego jest stosunkowo rzadko spotykanym procesem patologicznym. Mianem resorpcji określamy proces niszczenia twardych tkanek zęba, dziąsła lub wyrostka zębodołowego, jeżeli dotyczy zębów stałych, zawsze jest stanem patologicznym. Resorpcja wewnętrzna zapalna rozpoczyna się w zębinie od strony jamy zęba, inicjowana i stymulowana jest przez zakażoną, martwą miążgę znajdującą się dokoronowo w stosunku do jamy resorpcyjnej. Wybór metody terapeutycznej i powodzenie leczenia zależy od etiologii tego zjawiska oraz stopnia zaawansowania procesu chorobowego. **Cel pracy.** W pracy przedstawiono opis czterech przypadków własnych, pacjentów leczonych z powodu resorpcji wewnętrznej zapalnej korzenia zęba. **Podsumowanie.** Zastosowanie nowoczesnych metod diagnostycznych i leczniczych: trójwymiarowej diagnostyki radiologicznej, technik endodontycznych, takich jak metody ultradźwiękowe stosowane podczas irygacji, termoplastycznej metody obturacji kanału pozwalają na osiągnięcie dobrych wyników leczenia tej patologii.

#### KEYWORDS:

root resorption, endodontic treatment, calcium hydroxide

#### HASŁA INDEKSOWE:

resorpcja korzenia, leczenie endodontyczne, wodorotlenek wapnia

#### Introduction

Resorption is defined as the process of destruction of hard dental tissues, gingiva or alveolar bone. In the case of deciduous teeth, resorption is physiological, but when permanent

#### Wprowadzenie

Mianem resorpcji określamy proces niszczenia twardych tkanek zęba, dziąsła lub wyrostka zębodołowego. W przypadku zębów mlecznych resorpcja ma charakter fizjologiczny, jeżeli do-

teeth are affected, it is always a pathological condition.

Hard dental tissues of permanent teeth are not normally resorbed. They are protected by predentine and odontoblasts in the pulp cavity, and by precementum and cementoblasts on the root surface.<sup>1</sup>

Internal inflammatory root resorption, also referred to as internal granuloma, is a relatively rare pathological process. Anterior and individual teeth are more commonly affected than lateral or several ones. According to *Fuss*,<sup>2</sup> pathological factors that cause resorption require two phases. The first phase is related to the mechanical or chemical injury of the mineralized tissue, while the other one, to the stimulation of odontoclastic polymorphonuclear cells by infection derived from the pulp cavity.<sup>3</sup> Internal inflammatory resorption always starts in the dentine from the pulp chamber, and is initiated and stimulated by the infected, necrotic pulp located coronally in relation to the resorption cavity.<sup>4</sup> The resorption process depends on the coexistence of long-lasting chronic pulpal inflammation in the apical part of root canal and in the resorbing cavity, which is associated with degeneration of the odontoblasts and the predentine layer. Microorganisms from the necrotic pulp infect the inflamed pulp through the root canal and dentinal tubules. It is generally assumed that following damage to the organic sheath, predentine and odontoblast cells covering the mineralized dentine inside the root canal activation of multinucleated giant cells with a high resorbing potential takes place. Progression of the disease causes destruction of hard dental tissue. If untreated, resorption can lead to root perforation and even its loss.

*Wedenberg* and *Lindskog*<sup>5</sup> in an *in vivo* study stimulated the development of internal resorptive lesions in monkey teeth and divided internal inflammatory resorption into transient and progressive ones. Transient resorption has a limited and superficial area, and heals in 2–3 weeks if there is no further stimulation. Damage to a larger area of the mineralized tissue, the emergence of local inflammatory reaction and vascularized granulation tissue with numerous

tyczy zębów stałych, zawsze jest stanem patologicznym.

Tkanki twarde zębów stałych w normalnych warunkach nie podlegają procesom resorpcji. W jamie zęba chronione są przez warstwę przezębiny i odontoblastów, a na powierzchni korzenia przez precement i cementoblasty.<sup>1</sup>

Resorpcja wewnętrzna zapalna korzenia, zwana również ziarniniakiem wewnętrznym jest stosunkowo rzadko spotykanym procesem patologicznym. Częściej występuje w zębach przednich niż bocznych, raczej w pojedynczych zębach niż kilku jednocześnie. Według *Fussa*<sup>2</sup> czynniki patologiczne wywołujące resorpcję działają w dwóch fazach. Pierwsza faza związana jest z uszkodzeniem mechanicznym lub chemicznym niezmineralizowanej tkanki, druga natomiast ze stymulacją wielojądrzastych odontoklastów przez infekcję pochodzącą z jamy zęba.<sup>3</sup> Resorpcja wewnętrzna zapalna rozpoczyna się zawsze w zębinie od strony jamy zęba, inicjowana i stymulowana jest przez zakażoną, martwą miążgę znajdującą się dokoronowo w stosunku do jamy resorpcyjnej.<sup>4</sup> Warunkiem aktywności procesu jest współistnienie długotrwałego przewlekłego zapalenia miążgi w części dowierzchołkowej kanału i w zmianie resorpcyjnej, co wiąże się z uszkodzeniem warstwy odontoblastów i przezębiny. Mikroorganizmy pochodzące z nekrotycznej miążgi poprzez kanał główny i kanaliki zębinowe zakażają zapalnie zmienioną miążgę. Uważa się, że po uszkodzeniu warstwy przezębiny i odontoblastów pokrywających zmineralizowaną zębinę wewnątrzkanalową dochodzi do aktywacji wielojądrowych komórek olbrzymich o dużym potencjale resorpcyjnym. W wyniku postępu choroby dochodzi do niszczenia twardych tkanek zęba, nieleczona może doprowadzić do perforacji korzenia, a nawet jego utraty.

*Wedenberg i Lindskog*<sup>5</sup> na podstawie przeprowadzonych badań *in vivo*, polegających na wywoływaniu ognisk resorpcji wewnętrznej w zębach małp, podzielili resorpcję zapalną wewnętrzną na przemijającą i postępującą. Resorpcja przemijająca ma ograniczony i powierzchniowy zasięg, przy braku dalszej stymulacji ulega samowyleczeniu w ciągu 2-3 tygodni. Uszkodzenie większej powierzchni zmineralizowanej tkanki, pojawienie

clastic cells cause the formation of resorption lacuna. Resorptive cavities can occur both in the chamber and in the root canal. They take the round, oval or spindle shape. They occur rather as a single lesion in the pulp cavity, but cases of double internal inflammatory resorption have also been described.<sup>6</sup> Based on the study published by *Haapasalo et al.*,<sup>7</sup> the prevalence of internal resorption has been estimated at 0.01-1%.

Reported factors predisposing to internal root resorption include: injury, chronic pulp inflammation (untreated deep carious lesions, microabscesses), iatrogenic stimuli during cavity preparation or tooth grinding (insufficient cooling – excessive increase in the pulp temperature), treatment of pulp diseases like direct capping or amputation with calcium hydroxide, cracks in the crown, malformations – dens invaginatus, orthodontic treatment and even viral infections (*Herpes zoster*).<sup>8,9</sup>

Proper diagnosis is essential in selection of relevant treatment and prognosis of the treated tooth. The diagnosis is based mainly on the results of radiological examination, supplemented by data obtained from the interview and clinical examination.

Clinically, teeth are usually asymptomatic in the early period of the process, and resorption may be seen at this stage only on radiographs. However, as the process progresses, the teeth may become symptomatic with toothache characteristic of irreversible pulpitis. The vascularized granulation tissue within the pulp chamber may be visible through the enamel showing pink discoloration in the crown (pink spot).

According to *Gartner et al.*,<sup>10</sup> the lesion of internal resorption appears radiographically as a uniform, round-to-oval radiolucent enlargement of the pulp space with smooth and clearly defined margins. Most internal resorptive lesions have uniform density; they are symmetrically distributed over the root canal and smoothly pass into the pulp cavity, sometimes perforating to the periodontium. The choice of treatment and prognosis depend on the disease progression. Since the clastic cells are derived from infected pulp, the most predictable therapy is antiseptic root canal treatment using

się miejscowego odczynu zapalnego oraz bogato unaczynionej tkanki ziarninowej z licznymi komórkami klastycznymi, usposabia do powstania zatok resorpcyjnych. Jamy resorpcyjne mogą występować zarówno w komorze, jak i w kanale korzeniowym. Przyjmują kształt okrągły, owalny lub wrzecionowaty. Występują raczej jako pojedyncze ogniska w jamie zęba, opisywane są również przypadki podwójnej zapalnej resorpcji wewnętrznej.<sup>6</sup> Z badań opublikowanych przez *Haapasalo i wsp.*<sup>7</sup> częstość występowania resorpcji wewnętrznej szacuje się na 0,01-1%.

Do opisywanych miejscowych czynników etiologicznych przyczyniających się do rozwoju resorpcji patologicznej zaliczamy: urazy, przewlekłe zapalenie miazgi (nieleczona próchnica głęboka, mikroropnie), bodźce jatrogenne wyzwalane podczas preparacji ubytku lub szlifowania zęba (niedostateczne chłodzenie – nadmierny wzrost temperatury miazgi), leczenie pulpopatii metodą przykrycia bezpośredniego lub amputacji z zastosowaniem wodorotlenku wapnia, pęknięcie korony zęba, zaburzenia rozwojowe – ząb wgłębiony, leczenie ortodontyczne, a nawet infekcje wirusowe (*Herpes zoster*).<sup>8,9</sup>

Prawidłowe zdiagnozowanie ma zasadnicze znaczenie w wyborze metody leczenia i rokowaniu leczonego zęba. Rozpoznanie oparte jest głównie na wynikach badania radiologicznego, uzupełnionych danymi uzyskanymi z wywiadu i badania klinicznego.

Początkowo w badaniu klinicznym zęby objęte resorpcją wewnętrzną są asymptomatyczne. W sytuacji gdy proces ulega progresji, a miazga jest częściowo żywa, mogą pojawiać się dolegliwości bólowe charakterystyczne dla pulpopatii nieodwracalnych. Umiejscowienie ziarniniaka wewnętrznego w obrębie komory daje obraz częściowo różowo przebarwionej korony zęba (pink spot), co odpowiada obecności bogato unaczynionej tkanki ziarninowej.

Według *Gartnera i wsp.*<sup>10</sup> typowy obraz radiologiczny resorpcji wewnętrznych przedstawia najczęściej owalne lub kuliste przejaśnienia w obrębie jamy zęba o wyraźnie regularnych i dobrze ograniczonych gładkich ścianach. Jamy resorpcyjne o jednolitym wysyceniu, ułożone są symetrycznie

interim calcium hydroxide dressing between visits. The use of modern diagnostic and therapeutic methods such as cone beam computed tomography in dentistry, endodontic techniques such as ultrasonic methods used during irrigation, and thermoplastic methods of canal obturation can provide good results of treatment of this pathosis.

### Aim of the study

The aim of the study was to present clinical management in the case of internal inflammatory root resorption based on cases from the authors' own clinical practice.

### Material and methods

#### Case 1

A female patient aged 48 years, medical history irrelevant, came to the dental office for treatment and whitening of tooth 13. The clinical examination of the tooth revealed no reaction to electrical and thermal stimuli and no pain on vertical and horizontal percussion. The tooth had physiological mobility. Based on the RVG (Fig. 1), an extensive periradicular lesion associated with tooth 13 and reaching the palatal root canal of tooth 14 was revealed. Tooth 13 was filled with contrast to the  $\frac{1}{3}$  apical part of the root, which was the location of the resorptive lesion. A diagnosis of internal inflammatory root resorption was made for tooth 13, and the antiseptic root canal therapy using calcium hydroxide between visits was administered. On the first visit under aseptic conditions with a rubber dam isolation, the pulp chamber was opened, the old filling from the canal adjacent to the resorption cavity was removed using the Kerr files. The "step-back" preparation of the root canal with Kerr files was performed, the diameter of the MAF was 30 according to ISO. Endogel was used as a lubricant (Chema Rzeszow, Poland). For irrigation, the following agents were applied: 5.25% NaOCl solution (approximately 10 ml) was activated with ultrasound, 15% EDTA (approximately 5 ml) was used to remove the smear layer, and 0.9% NaCl solution for final irrigation. Then, calcium hydroxide (Calxyl blue, OCO Präparate, Germany) was inserted into the

względem światła kanału oraz płynnie przechodzą w jamę zęba, czasami mogą perforować do ozębnej. Wybór metody leczenia i rokowanie zależy od stopnia zaawansowania procesu chorobowego. Ponieważ komórki resorpcyjne pochodzą z zainfekowanej miazgi, dlatego też najbardziej przewidywalną metodą leczenia jest antyseptyczne leczenie kanałowe z zastosowaniem wodorotlenku wapnia między wizytami. Wprowadzenie nowoczesnych metod diagnostycznych i leczniczych: stomatologicznej tomografii wiązki stożkowej, technik endodontycznych, takich jak metody ultradźwiękowe stosowane podczas irygacji, termoplastycznej metody obturacji kanału pozwalają na osiągnięcie dobrych wyników leczenia tej patologii.

### Cel pracy

Celem pracy było przedstawienie postępowania klinicznego w przypadku resorpcji wewnętrznej zapalnej korzenia zęba w oparciu na przypadkach z własnej praktyki klinicznej.

### Material i metody

#### Przypadek 1

Pacjentka W.B. lat 48, wywiad ogólny bez znaczenia, zgłosiła się do gabinetu w celu leczenia i wybielenia zęba 13. W trakcie badania klinicznego stwierdzono brak reakcji ze strony zęba na bodźce elektryczne i termiczne, brak bólu na opukiwanie pionowe, poziome. Ząb wykazywał fizjologiczną ruchomość. Na podstawie wykonanego rvg (Fig. 1) stwierdzono rozległe przejaśnienie w tkankach okołowierzchołkowych obejmujące ząb 13 i sięgające do korzenia podniebiennego zęba 14. Kanał zęba 13 był wypełniony kontrastem do  $\frac{1}{3}$  przywierzchołkowej części korzenia, miejsca rozpoczęcia się jamy resorpcyjnej. Z uzyskanych danych rozpoznano resorpcję wewnętrzną zapalną zęba 13, zaplanowano leczenie antyseptyczne z zastosowaniem wodorotlenku wapnia między wizytami. Na pierwszej wizycie w warunkach aseptycznych z zastosowaniem koferdamu przeprowadzono trepanację komory zęba, z części kanału graniczącego z jamą resorpcyjną usunięto stare wypełnienie z kanału za pomocą pilników Kerra. Kanał opracowano mechaniczno-chemiczną metodą „step-back”



Fig. 1. Tooth 13 before treatment.  
Ząb 13 przed leczeniem.

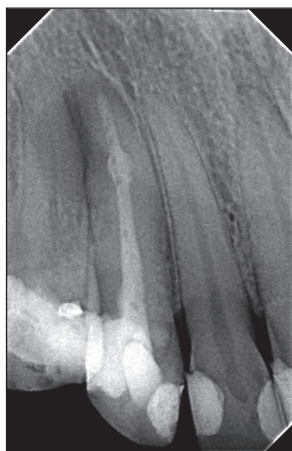


Fig. 2. Tooth 13 with calcium hydroxide.  
Ząb 13 z wodorotlenkiem wapnia.

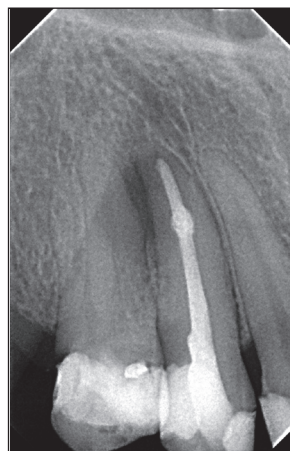


Fig. 3. Tooth 13 after final obturation.  
Ząb 13 po wypełnieniu kanału na stałe.



Fig. 4. Tooth 13 follow-up radiograph after twelve months.  
Ząb 13 kontrola po 12 miesiącach.

root canal as an antiseptic dressing for a period of three weeks (Fig. 2). The access cavity was restored with a glass ionomer cement filling GIZ (Dr. Ihde Dental AG, Switzerland). After this period, the “step-back” preparation with Kerr files was performed, with MAF 35 according to ISO, and then finally filled using the cold lateral gutta-percha condensation method with AH Plus (Dentsply DeTrey) as a sealer. After the final obturation, the control X-ray image was taken (Fig. 3). A follow-up radiograph was obtained to assess the treatment results after twelve months from the time of filling the canal permanently. The periapical radiograph showed satisfactory healing of the periapical lesion and arrested resorption process (Fig. 4).

## Case 2

A healthy 52-year-old female patient came to the dental office for treatment of tooth 11, which had been tender on biting for several days. The clinical examination revealed no reaction of the tooth to electrical and thermal stimuli, pain on vertical percussion, and slight mobility of the examined tooth. After the initial RVG (Fig. 5), periradicular radiolucency at the apex of tooth 11 and small internal root resorption in half the length of the root was demonstrated. Based on the clinical findings, inflammatory internal root resorption of

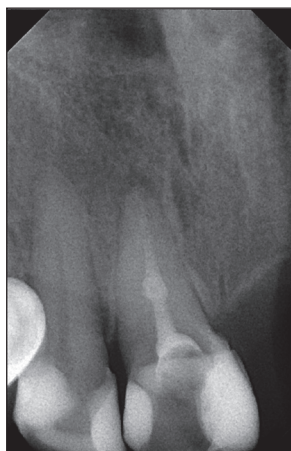
z użyciem pilników Kerra, średnica MAF-u wynosiła 30 wg ISO. Stosowanym lubrykantem był Endogel (Chema Rzeszów, Polska). Podczas opracowania zastosowano środki płuczące: 5,25% roztwór NaOCl (w ilości około 10 ml) aktywowany ultradźwiękami, 15% EDTA (w ilości około 5 ml) do usunięcia warstwy mazistej, 0,9% roztwór NaCl, do ostatecznego płukania. Następnie jako preparat antyseptyczny do jamy zęba założono wodorotlenek wapnia Calxyl niebieski (OCO Präparate, Niemcy) na okres 3 tygodni (Fig. 2). Komorę i ubytek zamknięto cementem szkłojononmerowym GIZ (Dr. Ihde Dental AG, Szwajcaria). Po okresie tym kanał opracowano mechaniczno-chemiczną metodą „step-back” pilnikami Kerra, MAF 35 wg ISO, a następnie wypełniono na stałe metodę bocznej kondensacji gutaperki na zimno z uszczelniaczem AH Plus (Dentsply DeTrey). Po wypełnieniu kanału na stałe, wykonano kontrolne zdjęcie rtg (Fig. 3). Kontrolny radiogram pozwalający ocenić wyniki leczenia wykonano po 12 miesiącach od momentu wypełnienia kanału na stałe. Na zdjęciu stwierdzono cofnięcie się zmian okołowierzchołkowych oraz zatrzymanie się procesu resorpcji (Fig. 4).

## Przypadek 2

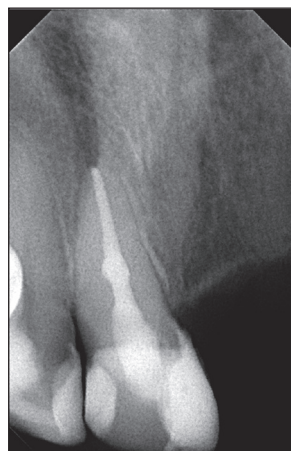
Pacjentka T.G. lat 52, wywiad ogólny bez znaczenia, zgłosiła się do gabinetu w celu leczenia zęba 11, który od kilku dni reagował bólem na



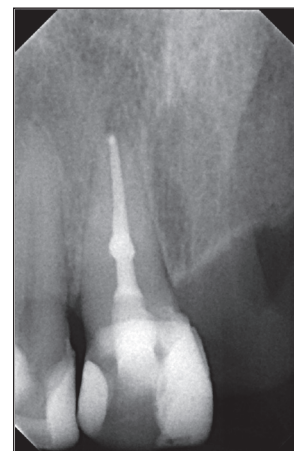
*Fig. 5. Tooth 11 before treatment.*  
Ząb 11 przed leczeniem.



*Fig. 6. Tooth 11 with calcium hydroxide.*  
Ząb 11 z wodorotlenkiem wapnia.



*Fig. 7. Tooth 11 after final obturation.*  
Ząb 11 po wypełnieniu kanału na stałe.



*Fig. 8. Tooth 11 follow-up radiograph after twelve months.*  
Ząb 11 kontrola po 12 miesiącach.

tooth 11 was diagnosed and the antiseptic root canal therapy using calcium hydroxide between visits was administered. On the first visit under aseptic conditions, using a rubber dam, the pulp chamber was opened. The “step-back” preparation of the root canal with Kerr files was performed, the diameter of the MAF was 30 according to ISO. Endogel was used as a lubricant (Chema Rzeszow, Poland). For irrigation, the following agents were applied: 5.25% NaOCl solution (approximately 10 ml) was activated with ultrasound, 15% EDTA (approximately 5 ml) was used to remove the smear layer, and 0.9% NaCl solution for final irrigation. Then, calcium hydroxide (Calxyl blue, OCO Präparate, Germany) was inserted into the pulp cavity as an antiseptic dressing for a period of three weeks (Fig. 6). The chamber was closed with a glass ionomer cement filling GIZ (Dr. Ihde Dental AG, Switzerland). After this period, the “step-back” technique with Kerr files was performed and MAF was 35 according to ISO. Finally, the root canal was apically filled using cold lateral gutta-percha condensation method with AH Plus sealer, while the resorption cavity and pericoronal part of the canal were filled with the thermoplastic gutta-percha technique. After the final obturation, the control X-ray image was taken (Fig. 7). To assess the treatment results, a follow-up radiograph was obtained after twelve months

nagryzanie. Badaniem klinicznym stwierdzono brak reakcji ze strony zęba na bodźce elektryczne i termiczne, ból na opukiwanie pionowe, oraz nieznaczną ruchomość badanego zęba. Po wykonaniu wstępnego rvg (Fig. 5) stwierdzono nieznaczne przejaśnienie w tkankach okołowierzchołkowych przy wierzchołku zęba 11 oraz niewielką jamę resorpcyjną w połowie długości korzenia. Na podstawie uzyskanych danych rozpoznano resorpcję wewnętrzną zapalną zęba 11, zaplanowano leczenie antyseptyczne z zastosowaniem wodorotlenku wapnia między wizytami. Na pierwszej wizycie w warunkach aseptycznych z zastosowaniem koferdamu przeprowadzono trepanację komory zęba. Kanał opracowano mechaniczno-chemiczną metodą „step-back” z użyciem pilników Kerra, średnica MAF-u wynosiła 30 wg ISO. Stosowanym lubrykantem był Endogel. Podczas opracowania zastosowano środki płuczące: 5,25% roztwór NaOCl (w ilości około 10 ml) aktywowany ultradźwiękami, 15% EDTA (w ilości około 5 ml) do usunięcia warstwy mazistej, 0,9% roztwór NaCl do ostatecznego płukania. Następnie jako preparat antyseptyczny do jamy zęba załóżono wodorotlenek wapnia Calxyl niebieski na okres 3 tygodni (Fig. 6). Komorę i ubytek zamknięto cementem szkłojonomerowym GIZ. Po okresie tym kanał opracowano mechaniczno-chemiczną metodą „step-back” pilnikami Kerra, MAF 35 wg



Fig. 9. Tooth 33 before treatment.  
Ząb 33 przed leczeniem.



Fig. 10. Tooth 33 with calcium hydroxide, four weeks following the beginning of treatment.  
Ząb 33 z wodorotlenkiem wapnia, po 4 tygodniach od momentu rozpoczęcia leczenia.



Fig. 11. Tooth 33 after the final obturation, eight weeks following the beginning of treatment.  
Ząb 33 po wypełnieniu kanału na stałe, po 8 tygodniach od momentu rozpoczęcia leczenia.

from the time of filling the canal permanently. The periapical radiograph showed complete healing of the periapical lesion and arrested resorption process (Fig. 8).

### Case 3

A generally healthy female patient aged 58 years came to the dental office for treatment of tooth 33, which had been painful on biting for a week. The clinical examination revealed no reaction to the electrical and thermal stimuli, pain on vertical and horizontal percussion, also tenderness of the tooth apex to the digital palpation of the vestibular mucosa. The initial RVG (Fig. 9) showed a periapical radiolucent lesion of a significant size at the apex of tooth 33, a spindle shape resorption cavity beginning in the middle of the root length and ending at approximately 3 mm before the apex, as well as a small external apical inflammatory resorption of the root. Based on the clinical examination, internal inflammatory root resorption of tooth 33 and *periodontitis periapicalis chronica granulosa* were diagnosed. The antiseptic root canal therapy using calcium hydroxide between visits was undertaken. On the first visit under aseptic conditions, using a rubber dam, trepanation of the pulp chamber was carried out. The “step-back” preparation of the root canal with Kerr files was performed, the

ISO, a następnie część wierzchołkową wypełniono na stałe metodę bocznej kondensacji gutaperki na zimno z uszczelniaczem AH Plus, natomiast jamę resorpcyjną i dokoronową część kanału wypełniono płynną gutaperką metodą iniekcyjną. Po wypełnieniu kanału na stałe, wykonano kontrolne zdjęcie rtg (Fig. 7). Kontrolny radiogram pozwalający ocenić wyniki leczenia wykonano po 12 miesiącach od momentu wypełnienia kanału na stałe. Na zdjęciu stwierdzono całkowite wyleczenie zmian okołowierzchołkowych oraz zatrzymanie się procesu resorpcji (Fig. 8).

### Przypadek 3

Pacjentka M.D. lat 58, wywiad ogólny bez znaczenia, zgłosiła się do gabinetu w celu leczenia zęba 33, który od tygodnia reagował bólem na nagryzanie. Badaniem klinicznym stwierdzono brak reakcji ze strony zęba na bodźce elektryczne i termiczne, ból na opukiwanie pionowe i poziome oraz bolesność uciskową wierzchołka korzenia badanego zęba od strony policzka. Po wykonaniu wstępnego rvg (Fig. 9) stwierdzono znacznych rozmiarów przejaśnienie w tkankach okołowierzchołkowych przy wierzchołku zęba 33, wrzecionowatą jamę resorpcyjną zaczynającą się w połowie długości korzenia, a kończącą się około 3 mm przed wierzchołkiem oraz niewielką resorpcję zewnętrzną zapalną wierzchołka

diameter of the MAF was 40 according to ISO. Endogel was used as a lubricant. For irrigation, the following agents were applied: 5.25% NaOCl solution (approximately 10 ml) was activated with ultrasound, 15% EDTA (approximately 5 ml) was used to remove the smear layer, and 0.9% NaCl solution for final irrigation. Then, calcium hydroxide was inserted into the pulp cavity as an antiseptic dressing for a period of four weeks. The chamber was closed with a glass ionomer cement filling GIZ. On the next visit, due to a slight exudate in the canal, the chemo-mechanical preparation with the use of Kerr files was required, MAF 45 ISO, and the root canal was temporally filled with calcium hydroxide (Calxyl blue) for a period of four weeks. After this period, the "step-back" preparation with Kerr files was performed, MAF 50 according to ISO, and finally, the root canal was apically filled using the cold lateral gutta-percha condensation method with AH Plus sealer, while the resorption cavity and pericoronal part of the canal were filled with the thermoplastic gutta-percha technique. A control radiograph was taken four weeks after trepanation of the tooth to assess the treatment results (Fig. 10), and another one after the final obturation – at eight weeks following the beginning of treatment (Fig. 11). The radiographs disclosed periapical healing, smoothing of the root apex, and suppression of the resorption process.

#### Case 4

A female patient aged 60 years, medical history irrelevant, visited the dental office because of increased tooth mobility. The clinical examination revealed no reaction to electrical and thermal tooth stimuli, no pain to vertical percussion, and the second-degree mobility of tooth 11. The RVG revealed an oval radiolucent lesion at half-length of the root of tooth 11, covering the whole space from the medial to distal edge with regular and well-bounded smooth surfaces, and uniform density symmetrically distributed over the root canal (Fig. 12). Basing on the obtained data, inflammatory internal root resorption of tooth 11 was diagnosed. Due to the need for more accurate diagnosis, the patient was sent to the Radiological Laboratory

diagnozowanego zęba. Na podstawie uzyskanych danych rozpoznano resorpcję wewnętrzną zapalną zęba 33 oraz przewlekłe ziarninowe zapalenie tkanek okołowierzchołkowych z początkową resorpcją wierzchołka korzenia. Zaplanowano leczenie antyseptyczne z zastosowaniem wodorotlenku wapnia między wizytami. Na pierwszej wizycie w warunkach aseptycznych z zastosowaniem koferdamu przeprowadzono trepanację komory zęba. Kanał opracowano mechaniczno-chemiczną metodą „step-back” z użyciem pilników Kerra, średnica MAF-u wynosiła 40 wg ISO. Stosowanym lubrykantem był Endogel. Podczas opracowania zastosowano środki płuczące: 5,25% roztwór NaOCl (w ilości około 10 ml) aktywowany ultradźwiękami, 15% EDTA (w ilości około 5 ml) do usunięcia warstwy mazistej, 0,9% roztwór NaCl, do ostatecznego płukania. Następnie jako preparat antyseptyczny do jamy zęba założono wodorotlenek wapnia Calxyl niebieski na okres 4 tygodni. Komorę i ubytek zamknięto cementem szkłoionomerowym GIZ. Na następnej wizycie ze względu na nieznaczny wysięk w kanale, jamę zęba ponownie opracowano mechaniczno-chemicznie z użyciem pilników Kerra, MAF 45 wg ISO, a do jamy zęba założono wodorotlenek wapnia Calxyl niebieski na okres 4 tygodni. Po okresie tym kanał opracowano mechaniczno-chemiczną metodą „step-back” pilnikami Kerra, MAF 50 wg ISO, a następnie część wierzchołkową wypełniono na stałe metodę bocznej kondensacji gutaperki na zimno z uszczelniaczem AH Plus, natomiast jamę resorpcyjną i dalszą część kanału wypełniono płynną gutaperką metodą iniekcyjną. Kontrolny radiogram pozwalający ocenić wyniki leczenia wykonano już po 4 tygodniach od momentu trepanacji zęba (Fig. 10) oraz po wypełnieniu kanału na stałe – po 8 tygodniach od momentu rozpoczęcia leczenia (Fig. 11). Na zdjęciach stwierdzono gojenie się zmian okołowierzchołkowych, wygładzenie wierzchołka korzenia oraz zatrzymanie procesu resorpcji.

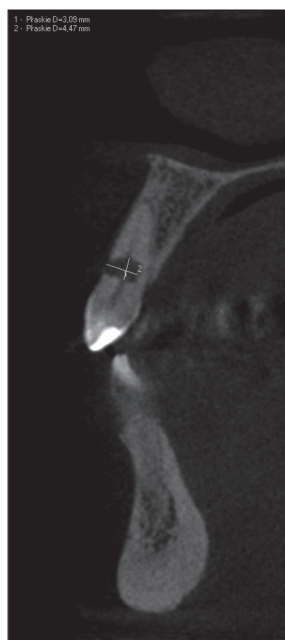
#### Przypadek 4

Pacjentka M.J. lat 60, wywiad ogólny bez znaczenia, zgłosiła się do gabinetu z powodu zwiększonej ruchomości zęba 11. Badaniem klinicz-





**Fig. 12. Tooth 11 diagnostic RVG.**  
Zdjęcie diagnostyczne RVG zęba 11.



**Fig. 13. Tooth 11 CBCT scan.**  
Zdjęcie CBCT zęba 11.



**Fig. 14. Extracted tooth 11.**  
Zdjęcie fotograficzne usuniętego zęba.



**Fig. 15. Temporary reconstruction after extraction of tooth 11.**  
Zdjęcie fotograficzne rekonstrukcji po usunięciu zęba.

to have volumetric tomography performed (Fig. 13). The results of CBCT examination confirmed the earlier diagnosis. Because of the size and location of resorption, it was decided to extract the tooth (Fig. 14). Using the separated crown of the extracted tooth, the gap was secured until implant placement (Fig. 15).

## Discussion

Treatment of internal root resorption mainly depends on the etiology of this phenomenon. In a situation when it is induced by infected vital or necrotic pulp tissue, management consists of

nym stwierdzono brak reakcji zęba na bodźce elektryczne i termiczne, brak bólu na opukiwanie pionowe oraz ruchomość II stopnia. Po wykonaniu rvg stwierdzono w połowie wysokości korzenia zęba 11 owalne przejaśnienie, obejmujące całą przestrzeń od krawędzi przyśrodkowej do dalszej, o regularnych i dobrze ograniczonych gładkich ścianach, jednolitym wysyceniu, ułożone symetrycznie względem światła kanału (Fig. 12). Na podstawie uzyskanych danych rozpoznano resorpcję wewnętrzną zapalną zęba 11. W kierunku uzyskania dokładniejszej diagnostyki skierowano pacjentkę do Pracowni Radiologicznej w celu wykonania tomografii wolumetrycznej (Fig. 13). Uzyskany obraz badania CBCT potwierdził wcześniejsze rozpoznanie. Z powodu wielkości i miejsca resorpcji zdecydowano usunąć ząb (Fig. 14). Wykorzystując koronę zęba zabezpieczono miejsce po ekstrakcji do czasu ustalenia terminu wprowadzenia implantu (Fig. 15).

## Omówienie wyników i dyskusja

Leczenie resorpcji wewnętrznej korzenia w dużej mierze zależy od etiologii tego zjawiska. W sytuacji, gdy przyczyną jest zainfekowana żywa lub martwa miazga, leczenie polega na mechaniczno-chemicznym opracowaniu jamy zęba z usunięciem zapalnie zmienionej tkanki, która może pobudzać i stymulować komórki re-

mechanical and chemical preparation of the pulp cavity with the removal of inflamed tissue, which can encourage and stimulate resorption cells. Due to the shape of the resorption lesion, direct access by instruments to all areas of the resorption cavity is often difficult or even impossible. Therefore, great emphasis is placed on chemical dissolution of the vital, necrotic pulp and granulation tissue present in the resorption lacuna, using an aqueous solution of sodium hypochlorite. Most commonly, 5.25% NaOCl is used, and the additional application of ultrasound enhances the activity and penetration of the irrigant.<sup>11-13</sup> Various medicaments are used as intracanal dressings in the course of pathological resorption. Calcium hydroxide and steroid-antibiotic pastes with anti-inflammatory and anti-microbial effect are usually applied.<sup>14-16</sup> Calcium hydroxide paste used as an intracanal dressing helps in effective disinfection of the pulp chamber, and stimulates hard tissue repair within the inflamed periapical tissue.<sup>17,18</sup> Such treatment protocol has been used in cases 1–3 described above. Nowadays, root filling methods using warmed gutta-percha are generally preferred over other techniques.<sup>19</sup> However, in cases where the resorption cavity is oversized, or apical resorption is present, MTA bioactive material should be considered.<sup>20-23</sup> Also, as in case 3, MTA was considered by the authors, but due to a very good fit of the master cone, the use of this material was abandoned.

In the described case of coexisting internal and external resorption, the pulp underwent changes from inflammation to necrosis.<sup>24,25</sup> The initial pulp inflammation gave rise to internal resorption, and then the necrotic pulp caused periapical inflammation and external inflammatory resorption of the root apex. In the referred case, conventional root canal treatment brought the expected therapeutic effects and did not require additional complex endodontic procedures. *Agrabawi et al.*<sup>26</sup> presented similar observations.

The success of resorption treatment actually depends on the degree of its severity and damage to hard dental tissues. While the initial changes are characterized by their ability to self-heal, the advanced and extensive resorptive lesions are

sorpcyjne. Ze względu na kształt ogniska resorpcji, bezpośredni dostęp stosowanych narzędzi podczas opracowania kanału jest bardzo często utrudniony, a często wręcz niemożliwy. Dlatego duży nacisk kładzie się na chemiczne rozpuszczenie, wodnym roztworem podchlorynu sodu, żywej i martwej miazgi oraz tkanki ziarninowej obecnej w lagunach resorpcyjnych. Najczęściej stosowany jest 5,25% NaOCl, a dodatkowe zastosowanie ultradźwięków zwiększa aktywność i penetrację stosowanego środka płuczającego.<sup>11-13</sup> W postępowaniu terapeutycznym w przebiegu patologicznej resorpcji stosowane są różne preparaty lecznicze jako wkładki wewnątrzkanalowe. Najczęściej aplikowane są preparaty wodorotlenku wapnia, oraz preparaty antybiotykosteroidowe o działaniu przeciwzapalnym i bakteriobójczym.<sup>14-16</sup> Zakładany do kanału wodorotlenek wapnia między wizytami pomaga w skutecznej dezynfekcji jamy zęba oraz pobudza procesy regeneracyjne w zapalnie zmienionych tkankach okołowierzchołkowych.<sup>17,18</sup> Takie postępowanie lecznicze zostało zastosowane w opisanych przez nas przypadkach 1-3. Podczas wypełniania ostatecznego kanału metoda termoplastyczna jest najlepiej oceniana.<sup>19</sup> Obecnie do wypełnienia rozległej jamy resorpcyjnej lub zresorbowanego wierzchołka korzenia proponowany jest bioaktywny preparat MTA.<sup>20-23</sup> Również w opisanym przez autorki przypadku 3 MTA był brany pod uwagę, ale ze względu na bardzo dobre dopasowanie ćwieka głównego, odstąpiono do zastosowania tego materiału.

W opisanym przypadku jednoczesnej resorpcji wewnętrznej i zewnętrznej, miazga podlegała przemianom od zapalenia do martwicy.<sup>24,25</sup> Początkowy stan zapalny wywołał resorpcję wewnętrzną, a następująca potem nekroza miazgi spowodowała powstanie zmian zapalnych w tkankach okołowierzchołkowych i resorpcję zewnętrzną zapalną korzenia. W przytoczonym przypadku zastosowane konwencjonalne leczenie kanałowe przyniosło oczekiwane efekty lecznicze i nie wymagało dodatkowych skomplikowanych procedur endodontycznych. Zbliżone obserwacje przedstawił *Agrabawi i wsp.*<sup>26</sup>

Powodzenie leczenia resorpcji zależy właści-

characterized by high invasiveness and virulence, and can therefore become indication for extraction, which has been confirmed by case 4 in the present study. *Koçkapan*<sup>27</sup> reported similar observations, describing the cases of incisors treated after injury, in which, tooth 11 was removed due to extensiveness and severity of internal resorption, and rebuilt on the implant.

With the development of modern diagnostic methods, it is possible to use a three-dimensional radiological examination. The cone beam volumetric tomography is an indispensable tool in cases of a suspected pathological tooth root resorption as it allows us to accurately assess lesion localization and the degree of hard tissue destruction. CBCT greatly simplifies the correct choice of treatment method.<sup>28-30</sup> In a study conducted by *Estrela et al.*<sup>31,32</sup> 48 teeth with external inflammatory resorption were evaluated and radiographs and CBCT scans were compared. Based on the evaluation of radiographs, it was found that resorption concerned 83 (68.8%) of the root surfaces compared to 154 (100%) for the CBCT scan. Additionally, the statistically significant differences were demonstrated in the assessment of the degree of root destruction. The accuracy of imaging on conventional digital x-rays is limited due to the presentation of three-dimensional objects in a two-dimensional technique. This may lead to an incorrect diagnosis and a wrong treatment method. *Cotton et al.*<sup>33</sup> compared the results of the X-rays and CBCT scans and presented the case in which the suspected internal resorption in tooth 11 visible on standard X-ray was excluded after the CBCT assessment.

From the standpoint of diagnostic diversity, the use of the conical beam computed tomography greatly enhances the ability of clinical diagnosis and choice of appropriate method of treatment of internal root resorption. However, the non-surgical canal treatment is still the treatment of choice for this pathological condition.

## Conclusions

Nowadays, thanks to modern three-dimensional diagnostic radiology, internal resorption diagnosis is easier. Very high accuracy of CBCT study enables

wie od stopnia jej zaawansowania i uszkodzenia twardych tkanek zęba. Podczas gdy zmiany początkowe charakteryzują się zdolnością do samoregeneracji, to zaawansowane i rozległe resorpcje cechuje duża inwazyjność i zjadliwość, dlatego też mogą stanowić wskazanie do ekstrakcji, co potwierdza przedstawiony w pracy przypadek 4. Podobne obserwacje przytoczył *Koçkapan*,<sup>27</sup> opisując leczone przypadki zębów siecznych po urazie, gdzie ze względu na rozległość i zaawansowanie resorpcji wewnętrznej, ząb 11 został usunięty i odbudowany na implancie.

Wraz z rozwojem nowoczesnych metod diagnostycznych możliwe jest zastosowanie trójwymiarowej diagnostyki radiologicznej. Tomografia wolumetryczna wiązki stożkowej jest niezastąpionym narzędziem w przypadku podejrzenia patologicznej resorpcji korzenia zęba, umożliwia dokładną ocenę umiejscowienia zmiany oraz stopnia zniszczenia tkanek twardych. CBCT znacząco ułatwia prawidłowy wybór metody leczenia.<sup>28-30</sup> W badaniu przeprowadzonym przez *Estrela i wsp.*<sup>31,32</sup> ocenie poddano 48 zębów z zewnętrzną resorpcją zapalną, porównywano zdjęcia rtg i skany badań CBCT. Na podstawie oceny zdjęć radiologicznych stwierdzono, że resorpcja dotyczyła 83 (68,8%) powierzchni korzeni w porównaniu do 154 (100%) dla skanów CBCT. Wykazano dodatkowo statystycznie istotne różnice w odniesieniu do oceny stopnia zniszczenia korzenia. Dokładność obrazowania na konwencjonalnych i cyfrowych zdjęciach rtg jest ograniczona, oceniane bowiem trójwymiarowe obiekty przedstawiane są w technice dwuwymiarowej. Fakt ten może prowadzić do postawienia nieprawidłowej diagnozy i wyboru nieodpowiedniej metody leczenia. Porównanie wyników badania rtg i CBCT opisał *Cotton i wsp.*,<sup>33</sup> który przedstawił przypadek podejrzenia resorpcji wewnętrznej w zębie 11 widocznej na standardowym zdjęciu rtg, po ocenie badania CBCT patologia ta została wykluczona.

Z punktu widzenia diagnostyki różnicowej, wprowadzenie badania za pomocą wiązki stożkowej tomografii komputerowej znacznie zwiększa zdolność klinicznego diagnozowania oraz wybór odpowiedniej metody terapeutycznej wewnętrznej resorpcji korzeni. Niemniej jednak, niechirurgicz-

endodontists to properly evaluate and reduce the risk of treatment of very questionable cases. Despite serious damage to root structure caused by internal root resorption, appropriate root canal treatment inhibits the destructive processes, and contributes to the healing of inflamed apical lesions. Modern endodontic techniques such as ultrasonic methods used in irrigation, and thermoplastic canal obturation methods can provide better treatment outcomes of this pathology. Although the results of therapy are not clearly predictable, every effort should be made to treat these lesions in order to maintain masticatory performance and aesthetics.

ne leczenie kanałowe pozostaje nadal leczeniem z wyboru tego stanu patologicznego.

### Podsumowanie

Obecnie, dzięki zastosowaniu nowoczesnej, trójwymiarowej diagnostyki radiologicznej, rozpoznanie resorpcji wewnętrznej jest łatwiejsze. Bardzo duża dokładność badania CBCT umożliwia prawidłową ocenę oraz zmniejsza ryzyko podjęcia leczenia w przypadkach bardzo wątpliwych. Pomimo poważnego uszkodzenia korzenia przez resorpcję wewnętrzną, zastosowane w porę leczenie kanałowe powoduje zatrzymanie wewnątrz-kanałowych procesów destrukcyjnych oraz przyczynia się do gojenia zapalnie zmienionych tkanek okołowierzchołkowych. Nowoczesne techniki endodontyczne, takie jak metody ultradźwiękowe stosowane podczas irygacji, termoplastyczne metody obturacji kanału pozwalają na osiągnięcie lepszych wyników leczenia tej patologii. Chociaż wyniki terapii nie są jednoznacznie przewidywalne, warto podjąć trud leczenia w celu utrzymania funkcji żucia i estetyki.

### References

1. *Tronstad L*: Root resorption: etiology, terminology and clinical manifestations. *Endod Dent Traumatol* 1988; 4: 241-252.
2. *Fuss Z, Tsesis I, Lin S*: Root resorption – diagnosis, classification and treatment choices based on stimulation factors. *Dent Traumatol* 2003; 19: 175-182.
3. *Sasaki T*: Differentiation and functions of osteoclasts and odontoclasts in mineralized tissue resorption. *Microsc Res Technol* 2003; 15: 483-495.
4. *Fernandes M, de Ataíde I, Wagle R*: Tooth resorption part I – pathogenesis and case series of internal resorption. *J Conserv Dent* 2013;16: 4-8.
5. *Wedenberg C, Lindskog S*: Experimental internal resorption in monkey teeth. *Endod Dent Traumatol* 1985; 1: 221-227.
6. *Rossi-Fedele G, Figueiredo JA, Abbott PV*: Teeth with double internal inflammatory resorption: Report of two cases. *Aust Endod J* 2010; 36: 122-129.
7. *Haapasalo M, Endal U*: Internal inflammatory root resorption: the unknown resorption of the tooth. *Endod Topics* 2006; 14: 60-79.
8. *Solomon CS, Coffiner MO, Chalfin HE*: Herpes zoster revisited: implicated in root resorption. *J Endod* 1986; 12: 210-213.
9. *Patel S, Ricucci D, Durak C, Tay F*: Internal root resorption: a review. *J Endod* 2010; 36: 1107-1121.
10. *Gartner AH, Mack T, Somerlott RG, Walsh LC*: Differential diagnosis of internal and external root resorption. *J Endod* 1976; 2: 329-334.
11. *Mozo S, Llana C, Forner L*: Review of ultrasonic irrigation in endodontics: increasing action of irrigating solutions. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2012;17: e512-516.

12. *Mozo S, Llana C, Chieffi N, Forner L, Ferrari M*: Effectiveness of passive ultrasonic irrigation in improving elimination of smear layer and opening dentinal tubules. *J Clin Exp Dent* 2014; 6: e47-52.
13. *Martins Justo A, Abreu da Rosa R, Santini MF, Cardoso Ferreira MB, Pereira JR, Húngaro Duarte MA, et al.*: Effectiveness of final irrigant protocols for debris removal from simulated canal irregularities. *J Endod* 2014; 40: 2009-2014.
14. *Frank AL*: External-internal progressive resorption and its nonsurgical correction. *J Endod* 1981; 7: 473-476.
15. *Bryson EC, Levin L, Banchs F, Abbott PV, Trope M*: Effect of immediate intracanal placement of Ledermix Paste(R) on healing of replanted dog teeth after extended dry times. *Dent Traumatol* 2002; 18: 316-321.
16. *Mohammadi Z, Abbott PV*: On the local applications of antibiotics and antibiotic- based agents in endodontics and dental traumatology. *Int Endod J* 2009; 42: 555-567.
17. *Carrotte P*: Endodontics: part 9 Calcium hydroxide, root resorption, endo-perio lesions. *Br Dent J* 2004; 197: 735-743.
18. *Ciesielski P, Łaszkiewicz J*: Wewnętrzna resorpcja zapalna – na podstawie piśmiennictwa i własnych obserwacji. *Czas Stomatol* 2008; 61: 40-47.
19. *Nilsson E, Bonte E, Bayet F, Lasfargues JJ*: Management of internal root resorption on permanent teeth. *Int J Dent* 2013; 2013: 929486. doi: 10.1155/2013/929486.
20. *Lempe B, Markunina M*: Własne doświadczenia z zastosowaniem MTA w leczeniu wewnętrznych i zewnętrznych resorpcji korzeni zębów stałych. *J Stoma* 2013; 66: 103-112.
21. *Pace R, Giuliani V, Pagavino G*: Mineral trioxide aggregate in the treatment of external invasive resorption: a case report. *Int Endod J* 2008; 41: 258-266.
22. *Brito-Júnior M, Quintino AFC, Camilo CC, Normanha JA, Faria-e-Silva AL, Aracaju MC*: Nonsurgical endodontic management using MTA for perforative defect of internal root resorption: report of a long term follow-up. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 110: 784-788.
23. *Jacobovitz M, Vianna ME, Pandolfelli VC, Oliveira IR, Rossetto HL, Gomes BP*: Root canal filling with cements based on mineral aggregates: an in vitro analysis of bacterial microleakage. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009; 108: 140-144.
24. *Trope M*: Root Resorption due to Dental Trauma. *Endod Topics* 2002; 1: 79-100.
25. *Gabor C, Tam E, Shen Y, Haapasalo M*: Prevalence of internal inflammatory root resorption. *J Endod* 2012; 38: 24-27.
26. *Agrabawi J, Jamani K*: Severe external root resorption arrested by conventional endodontic treatment. *Dent Update* 2005; 32: 224-226.
27. *Koçkapan C*: Resorpcja wewnętrzna. *Przegląd. Endodonecja.pl* 2007; 1: 12-31.
28. *Maini A, Durning P, Drage N*: Resorption: within or without? The benefit of Cone-Beam Computed Tomography when diagnosing a case of an internal/external resorption defect. *British Dental Journal* 2008; 204: 135-137.
29. *Gabor C, Tam E, Shen Y, Haapasalo M*: Prevalence of internal inflammatory root resorption. *J Endod* 2012; 36: 24-27.
30. *Kothari HJ, Kumar R*: Endodontic management of a mandibular second premolar with perforating internal resorption by using MTA and cone beam computed tomography as a diagnostic aid. *J Conserv Dent* 2013; 16: 380-384.
31. *Estrela C, Bueno MR, Azevedo BC, Azevedo JR, Pecora JD*: A new periapical index base on cone beam computed tomography. *J Endod* 2008; 34: 1325-1331.
32. *Estrela C, Bueno MR, De Alencar AH, Mattar R, Valladares Neto J, Azevedo BC, et al.*: Method to evaluate inflammatory root resorption by using cone beam computed tomography. *J Endod* 2009; 35: 1491-1497.
33. *Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Schwartz SA, Schindler WG*: Endodontic Applications of Cone-Beam Volumetric Tomography. *J Endod* 2007; 33: 1121-1132.

Address: 92-216 Łódź ul. Pomorska 251  
 Tel.: +4842 6757418  
 e-mail: krystyna.pietrzycka@umed.lodz.pl

Received: 11<sup>th</sup> January 2015  
 Accepted: 7<sup>th</sup> June 2015