

Długoterminowa obserwacja zaawansowanej resorpcji korzeni zębów siecznych górných po leczeniu ortodontycznym. Opis przypadku

Long-term follow-up of advanced resorption of upper incisors' roots after orthodontic treatment. Case report

Ewa Wasiak¹ **BDEF** (ORCID ID 0000-0001-9588-1418)

Lesław Jacek Pypeć² **BD** (ORCID ID 0000-0001-8127-5548)

Grażyna Śmiech-Słomkowska³ **ABDE** (ORCID ID 0000-0002-4590-3372)

Wkład autorów: **A** Plan badań **B** Zbieranie danych **C** Analiza statystyczna **D** Interpretacja danych
E Redagowanie pracy **F** Wyszukiwanie piśmiennictwa

Authors' Contribution: **A** Study design **B** Data Collection **C** Statistical Analysis **D** Data Interpretation
E Manuscript Preparation **F** Literature Search

^{1,3} Poradnia Ortodoncji, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

Outpatient Clinic of Orthodontics of the Medical University in Łódź

² Zakład Stomatologii Dziecięcej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

Department of Children's Dentistry of the Medical University in Łódź

Streszczenie

Resorpcja związana z leczeniem ortodontycznym jest patologiczną resorpcją zewnętrzną spowodowaną uciskiem i prowadzi do ubytku cementu korzeniowego wraz z zębina. Istnieje wiele czynników predysponujących do powstania resorpcji. Czynniki te klasyfikuje się jako czynniki osobnicze oraz czynniki związane z leczeniem. Wśród czynników osobniczych dużą rolę odgrywają predyspozycje genetyczne, wiek, płeć i odmiana etniczna, a także grupy zębów ulegających resorpcji oraz cechy korzenia. Na resorpcję najbardziej są narażone zęby sieczne górne, ze względu na nietypowy kształt korzeni. Do czynników związanych z leczeniem można zaliczyć wady zgryzu, rodzaj aparatu, czas aktywnego leczenia ortodontycznego i jego przebieg. **Cel.** Celem pracy jest

Abstract

Resorption related to orthodontic treatment is pathological external resorption caused by compression, and leads to the loss of root cement and dentin. There are many predisposing factors for resorption. These factors are classified as patient-related factors and treatment-related factors. In relation to patient-related factors, genetic background, age, sex and race, as well as groups of teeth subject to resorption and root features are of great importance. Upper incisors are the most susceptible to resorption due to their atypically shaped roots. Treatment-related factors include malocclusions, appliance type, duration of active orthodontic treatment and its course. **Aim.** The aim of the work is to present a case of a female patient with advanced resorption of roots of

¹ Dr n. med., specjalizant stomatologii dziecięcej / DDS, PhD, specialist in pedodontics

² Dr n. med., specjalista stomatologii dziecięcej / DDS, PhD, specialist in pedodontics

³ Prof. dr hab. n. med., specjalista ortodoncji / DDS, PhD, Professor, specialist in orthodontics

Dane do korespondencji/Correspondence address:

SP ZOZ CSK UM w Łodzi

Poradnia Ortodoncji

ul. Pomorska 251

92- 213 Łódź

e- mail: ewa.wasiak@umed.lodz.pl

Long-term follow-up of advanced resorption of upper incisors' roots after orthodontic treatment

przedstawienie przypadku pacjentki z zaawansowaną resorpcją korzeni zębów przednich górnych. **Opis przypadku.** Pacjentka w wieku 28 lat, z zaawansowaną resorpcją korzeni zębów przednich górnych, zgłosiła się po poradę ortodontyczną. Wcześniej, przez 4 lata, była leczona aparatem cienkołukowym stałym górnym. Po zdjęciu aparatu zęby wykazywały znaczną ruchomość w kierunku wargowo- podniebiennym. Ze względu na czas leczenia badano żywotność miazgi. Po zdjęciu aparatu i założeniu szyny z włókna szklanego zęby przez 11 lat były poddawane kontroli klinicznej i radiologicznej. **Wyniki.** Badania kliniczne i radiologiczne wykazały zatrzymanie procesu resorpcji oraz stabilizację zębów w obrębie wyrostka. **Wnioski.** Znajomość czynników predysponujących do wystąpienia resorpcji umożliwia prawidłowy przebieg leczenia ortodontycznego oraz przewidywanie stopnia resorpcji. Duże znaczenie ma kształt korzeni przemieszczanych zębów, stopniowanie wielkości stosowanych sił oraz kontrolne badania kliniczne i radiologiczne. **(Wasiak E, Pypeć LJ, Śmiech-Słomkowska G. Długoterminowa obserwacja zaawansowanej resorpcji korzeni zębów siecznych górnych po leczeniu ortodontycznym. Opis przypadku. Forum Ortod 2019; 15: 318-28)**

Nadesłano: 26.06.2019

Przyjęto do druku: 25.11.2019

Słowa kluczowe: leczenie ortodontyczne, resorpcja korzeni zębów

Wstęp

Mianem resorpcji określa się proces utraty twardych tkanek zęba i kości wyrostka zębodołowego pod wpływem czynników fizjologicznych i patologicznych (1). Obok fizjologicznej resorpcji korzeni zębów mlecznych wyróżnia się resorpcję patologiczną korzeni zębów stałych. Resorpcja związana z leczeniem ortodontycznym jest patologiczną resorpcją zewnętrzną spowodowaną uciskiem i prowadzi do ubytku cementu korzeniowego wraz z zębina. Przebieg procesu resorpcji korzeni jest zbliżony do resorpcji kości, w którym główną rolę odgrywają osteoklasty, przy współdziałaniu monocytów i makrofagów. Przypuszcza się, że działanie siły ortodontycznej powoduje uwolnienie monocytów, które poprzedza proces osteolizy. Ortodontyczne przemieszczenie zębów wiąże się głównie z reakcją ze strony ozębnej. Celem leczenia jest spowodowanie przemieszczeń zębów z zachowaniem żywotności komórek ozębnej i przebudowa zębodołu w następstwie resorpcji bezpośredniej, czołowej. Według Melsen resorpcja jest wynikiem obniżenia napięcia w więzadłach ozębnej (2). Ucisk na tkankę łączną i naczynia w ozębnej pod wpływem działania siły ortodontycznej powoduje ich zwężenie, powstanie miejscowo tkanki martwiczej i jej usunięcie, z równoczesnym zniszczeniem cementoblastów. Jest to resorpcja pośrednia, podminowująca.

upper anterior teeth. **Case report.** A 28-year-old female patient with advanced resorption of roots of upper anterior teeth reported for an orthodontic consultation. In the past, she had been treated with upper fixed braces from a thin archwire for 4 years. After the appliance was removed, teeth showed significant mobility in the labial and palatal direction. As the treatment duration was long, the pulp viability was examined. When the appliance had been removed and the fiberglass splint was placed, teeth were subject to clinical and radiological follow-up examinations for 11 years. **Results.** Clinical and radiological examinations showed that the resorption process was stopped and teeth were stabilised within the process. **Conclusions.** Knowledge of predisposing factors for resorption allows to provide a correct course of orthodontic treatment and to predict a resorption stage. Shape of roots of displaced teeth, application of forces of various magnitude and clinical and radiological examinations are of great importance. **(Wasiak E, Pypeć LJ, Śmiech-Słomkowska G. Long-term follow-up of advanced resorption of upper incisors' roots after orthodontic treatment. Case report. Orthod Forum 2019; 15: 318-28)**

Received: 26.06.2019

Accepted: 25.11.2019

Key words: orthodontic treatment, tooth root resorption

Introduction

Resorption is defined as process of loss of hard tissues of tooth and alveolar process under the influence of physiological and pathological factors (1). In addition to physiological resorption of roots of deciduous teeth, pathological resorption of roots of permanent teeth is also observed. Resorption related to orthodontic treatment is pathological external resorption caused by compression, and leads to the loss of root cement and dentin. Root resorption process is similar to bone resorption, as osteoclasts play the main role, with the participation of monocytes and macrophages. It is assumed that the action of an orthodontic force causes the release of monocytes, followed by the process of osteolysis. Orthodontic displacement of teeth is mainly associated with a periodontal reaction. The aim of the treatment is to cause tooth displacement while maintaining the viability of periodontal cells and to reconstruct the dental alveolus following direct and frontal resorption. According to Melsen, resorption is the result of reduced tension in the periodontal ligaments (2). Pressure on connective tissue and vessels in the periodontium under the influence of an orthodontic force causes their narrowing, local necrotic tissue formation and its removal, with simultaneous destruction of cementoblasts. This is indirect and underlying resorption. It is caused by the application of forces of high magnitude. Taking into account the fact that resorption processes may

Powoduje ją zastosowanie sił o dużej wielkości. Biorąc pod uwagę fakt, że procesy resorpcyjne przez długi czas mogą przebiegać bezobjawowo, podstawową metodą diagnostyczną jest analiza zdjęć rentgenowskich; pantomograficznych i zębowych (3, 4, 5). Początkowo w obrazie rentgenowskim widoczny jest brak ciągłości ozębnej, nierównomierny przebieg zarysu korzenia głównie w okolicy wierzchołka, przechodzący w jego płaskie „ścięcie” (6). Przy znacznym powiększeniu powierzchni korzenia można zauważyć nieckowate wklęsnięcia, tzw. wcięcia półksiężycowate (resorption lacunae), wykazujące obecność lub brak cementoklastów (7, 8, 9). W obrazie rentgenowskim Sharpe i wsp. wyróżnili cztery etapy resorpcji: typ 0 – brak resorpcji; typ 1 – niewielkie stępienie szczytu korzenia, powyżej 2 mm (slight blunting); typ 2 – resorpcja umiarkowana, poniżej ¼ długości korzenia (moderate blunting); typ 3 – resorpcja zaawansowana, powyżej ¼ długości korzenia (excessive, severe blunting) (10). Obecnie w diagnostyce resorpcji duże znaczenie ma radiografia cyfrowa, radiografia subtrakcyjna (DSR) oraz stożkowa tomografia komputerowa (3, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17). Radiografia subtrakcyjna pozwala wykryć jamy resorpcyjne o wielkości nawet 0,5 mm. Vlasalic i wsp. zaproponowali podział czynników wpływających na rozwój resorpcji na czynniki osobnicze (patient-related factors) i czynniki związane z leczeniem (treatment-related factors) (18). Wśród czynników osobniczych dużą rolę odgrywają predyspozycje genetyczne, wiek, płeć i odmiana etniczna (19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27). Znaczenie mają również grupy zębów ulegających resorpcji i cechy korzenia (25, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34). Najczęściej resorpcji ulegają zęby przednie górne w następującej kolejności: siekacze boczne i przyśrodkowe, kły; zęby przednie dolne – kły, siekacze przyśrodkowe i boczne. Uważa się, że brak resorpcji w obrębie zębów siecznych górnych świadczy o bardzo małym prawdopodobieństwie wystąpienia resorpcji w innych grupach zębowych. Zęby górne są bardziej narażone na resorpcję niż zęby dolne (35). Najbardziej podatne na ten niekorzystny proces są korzenie zębów siecznych bocznych górnych, z uwagi na nietypowy kształt korzeni. Do wystąpienia resorpcji predysponują korzenie postrzępione (dilacerated), butelkowate (pipetkowate – pipette) oraz spiczaste (pointed) (22, 30). Wśród czynników osobniczych należy wymienić choroby ogólne, parafunkcje i dysfunkcje. Do chorób ogólnych zwiększających ryzyko resorpcji zalicza się astmę, alergie oraz endokrynopatie – głównie niedoczynność tarczycy (36, 37, 38, 39). Do czynników związanych z leczeniem można zaliczyć wady zgryzu, rodzaj aparatu, czas aktywnego leczenia ortodontycznego i jego przebieg. Biorąc pod uwagę czas aktywnego leczenia ortodontycznego, nie stwierdzono resorpcji u pacjentów leczonych do 1,5 roku (40, 41). Ryzyko resorpcji wzrasta również w przypadku 2, 3-miesięcznych przerw w leczeniu po 6-miesięcznym aktywnym leczeniu (42). Spośród wszystkich wad zgryzu najmniejsze ryzyko wystąpienia resorpcji stwierdza się w przypadku I klasy

be asymptomatic for a long time, the analysis of X-ray scans, panoramic radiographs and dental images is the basic diagnostic method (3, 4, 5). Initially, an X-ray scan shows periodontal discontinuity, an uneven root outline, mainly in the area of the apex, and its “blunting” is visible (6). When the root surface is significantly enlarged, there are pits, so-called resorption lacunae, with or without cementoclast activity (7, 8, 9). In an X-ray scan, Sharpe et al. distinguished four resorption stages: type 0 – no resorption; type 1 – slight blunting of the root apex, above 2 mm; type 2 – moderate resorption, below one-fourth of the root length (moderate blunting); type 3 – advanced resorption, above one-fourth of the root length (excessive, severe blunting) (10). Currently, digital radiography, subtraction radiography (DSR) and cone-beam computed tomography (3, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) are of great importance in the diagnosis of resorption. Subtraction radiography allows to detect resorption lacunae even up to 0.5 mm in size. Vlasalic et al. suggested the classification of factors influencing the development of resorption into patient-related factors and treatment-related factors (18). In relation to patient-related factors, genetic background, age, sex and race are of great importance (19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27). Groups of teeth undergoing resorption and root features are also of significance (25, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34). Upper anterior teeth undergo resorption in the following order the most frequently: lateral and medial incisors, canines; lower anterior teeth – canines, medial and lateral incisors. Lack of resorption in upper incisors is thought to indicate a very low probability of resorption in other groups of teeth. Upper teeth are more susceptible to resorption than lower teeth (35). Roots of upper lateral incisors are the most susceptible to this unfavourable process, due to their unusual shape of roots. Dilacerated, pipette and pointed roots predispose to resorption (22, 30). Patient-related factors include systemic diseases, parafunctions and dysfunctions. Systemic diseases increasing the risk of resorption include asthma, allergies and endocrinopathies – mainly hypothyroidism (36, 37, 38, 39). Treatment-related factors include malocclusions, appliance type, duration of active orthodontic treatment and its course. Taking the duration of active orthodontic treatment into account, no resorption was observed in patients treated up to 1.5 years (40, 41). The risk of resorption also increases in the case of 2, 3-month intervals in treatment after 6-month active treatment (42). Among all malocclusions, the lowest risk of resorption is observed for Angle’s class I and crowding, higher for Angle’s class II with protrusion (22, 43). Advanced resorption may develop in patients with Angle’s class III. An increased risk of resorption is also observed in the case of an open bite associated with tongue dysfunction, partial anterior open bite, increased overjet and overbite (25, 44). The course of orthodontic treatment itself – the application of high-magnitude forces, numerous changes in the direction of tooth displacement and their

Long-term follow-up of advanced resorption of upper incisors' roots after orthodontic treatment

Angle'a i stłoczeń, większe w przypadku II klasy Angle'a z protruzją (22, 43). Resorpcja zaawansowana może wystąpić u pacjentów z III klasą Angle'a. Wzrost ryzyka resorpcji powodują również zgryz otwarty związany z dysfunkcją języka, zgryz otwarty częściowy przedni, zwiększony nagryz pionowy i poziomy (25, 44). Sam przebieg leczenia ortodontycznego – stosowanie dużych sił, liczne zmiany kierunku przemieszczenia zębów i ich duży zakres predysponują do patologicznej resorpcji (45, 46, 47). Stosowanie przez dłuższy czas łuków krawężnych i wyciągów elastycznych II klasy zwiększa ryzyko resorpcji (48).

Według większości autorów średnia wartość resorpcji to 2–2,5 mm. U 2% pacjentów stwierdza się resorpcję powyżej 5 mm (49, 50). Na podstawie badań stwierdzono, że ryzyko ruchomości zęba jest mniejsze, gdy długość korzenia, który uległ resorpcji przekracza 9 mm, a okolice tkanki przyzębia są zdrowe (8, 51). W przypadku ryzyka powstania resorpcji kontrolne zdjęcia pantomograficzne powinny być wykonywane w ciągu 3–6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, a następnie w odstępach 6-miesięcznych. Niezbędne są również kontrolne badania kliniczne i radiologiczne po leczeniu ortodontycznym u pacjentów, u których wykryto zmiany resorpcyjne (52).

Cel

Celem pracy jest przedstawienie przypadku 28-letniej pacjentki, leczonej aparatem cienkołukowym stałym górnym.

Opis przypadku

Pacjentka w wieku 28 lat zgłosiła się w 2007 r. do Zakładu Ortodoncji Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego po poradę dotyczącą wyników leczenia ortodontycznego. Pacjentka uskarżała się na trudności w odgryzaniu i zuci pokarmów oraz na zaburzenia mowy (seplenienie). Z wywiadu wynikało, że powodem rozpoczęcia leczenia ortodontycznego było nieprawidłowe ustawienie kłów w górnym łuku zębowym. Leczenie było prowadzone od 4 lat aparatem stałym cienkołukowym górnym. Pacjentka nie potrafiła opisać przebiegu dotychczasowego leczenia. Przedstawiła dwa zdjęcia pantomograficzne: jedno wykonane przed rozpoczęciem leczenia i drugie, zrobione dwa tygodnie przed zgłoszeniem się na poradę ortodontyczną. Na zdjęciu przed leczeniem brakowało cech patologicznej resorpcji korzeni zębów górnych (Ryc. 1). Korzenie zębów przednich górnych były spiczaste. Z kolei na zdjęciu wykonanym dwa tygodnie przed poradą można było zaobserwować zaawansowaną resorpcję korzeni zębów siecznych górnych (Ryc. 2). Wykonano dwa zdjęcia zgryzowe, które potwierdziły obecność resorpcji (Ryc. 3, 4). Podczas pierwszej wizyty w badaniu zewnątrzustnym stwierdzono wydłużenie odcinka szczękowego i brak swobodnego kontaktu warg w spoczynku. Zęby sieczne górne były widoczne na czerwieni wargi dolnej.

wide range predispose to pathological resorption (45, 46, 47). Long-term use of rectangular archwires and class II elastics increases the risk of resorption (48).

According to the most authors, the average resorption value is 2–2.5 mm. In 2% of patients, resorption above 5 mm is observed (49, 50). Studies have shown that the risk of tooth mobility is lower when the length of a resorbed root exceeds 9 mm and the surrounding periodontal tissues are healthy (8, 51). If there is a risk of resorption, follow-up panoramic radiographs should be taken within 3–6 months since starting orthodontic treatment, and then at 6-month intervals. Clinical and radiological follow-up examinations after orthodontic treatment are also necessary in patients who were diagnosed with resorptive lesions (52).

Aim

The aim of the work was to present a case of a 28-year-old female patient treated with upper fixed braces from a thin archwire.

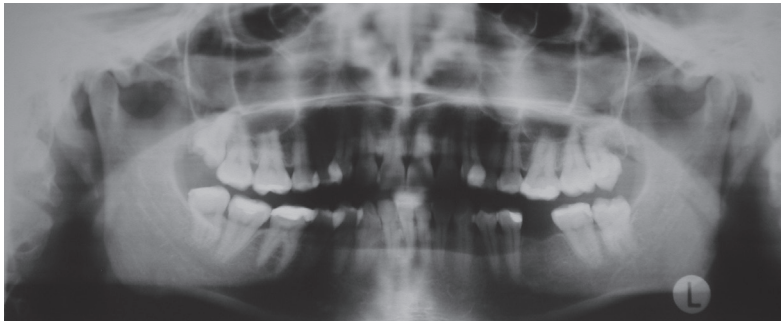
Case report

In 2007, a 28-year-old female patient reported to the Department of Orthodontics of the Medical University of Warsaw for a consultation regarding the results of orthodontic treatment. The patient complained about difficulties in biting and chewing food and about speech disorders (lisping). The interview showed that an abnormal position of canines in the upper dental arch had been the reason for orthodontic treatment. Treatment started 4 years earlier, with the use of upper fixed braces from a thin archwire. The patient was not able to describe the course of the treatment so far. She presented two panoramic radiographs: one taken before the start of treatment and the other one taken two weeks before an orthodontic consultation. The scan before treatment showed no signs of pathological resorption of upper teeth roots (Fig. 1). The roots of upper anterior teeth are pointed. On the other hand, advanced resorption of upper incisor roots can be observed in the scan taken two weeks before a consultation (Fig. 2). Two occlusal scans were taken, and they confirmed the presence of resorption (Fig. 3, 4). During the first visit the extraoral examination showed elongation of the maxillary segment and lack of free lip contact at rest. Upper incisors were visible on the lower lip vermilion. The intraoral examination showed Angle's class II on the right and lack of lower first molar on the left. However, in the anterior section – a 5-mm negative overbite and an increased overjet. In relation to lateral sections, there was a 3-mm vertical overbite and only last molars were in contact. The occlusion was classified as complete open bite, complicated by distoclusion with protrusion of upper incisors.

At the time of the examination, brackets were present on upper teeth, except for the first left premolar and double

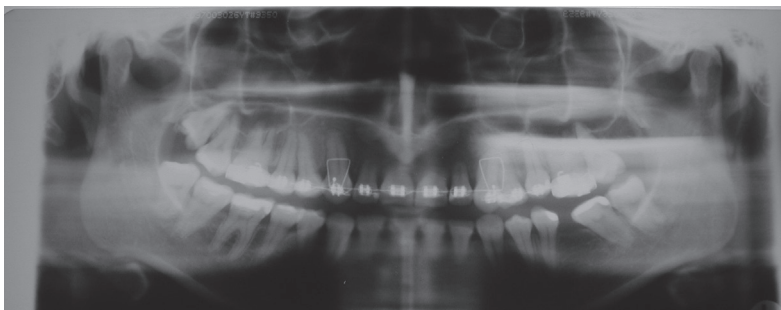
W badaniu wewnątrzustnym odnotowano II klasę Angle'a po stronie prawej i brak pierwszego zęba trzonowego dolnego po stronie lewej. Natomiast w odcinku przednim – ujemny nagryz pionowy wielkości 5 mm i zwiększony nagryz poziomy. W odcinkach bocznych stwierdzono szparę niedogryzową pionową wielkości 3 mm i kontakt tylko ostatnich zębów trzonowych. Zgryz sklasyfikowano jako zgryz otwarty całkowity, powikłany tyłozgryzem z protruzją zębów siecznych górnych.

figure-of-eight ligature on anterior teeth, and there was no orthodontic archwire (Fig. 5, 6, 7). After the ligature was removed, incisors and canines showed significant mobility in the labial and palatal direction. As continuous forces had been applied for 4 years, the condition of the pulp was checked. The loss of tooth viability may be caused by an earlier injury or inappropriate control of orthodontic forces.



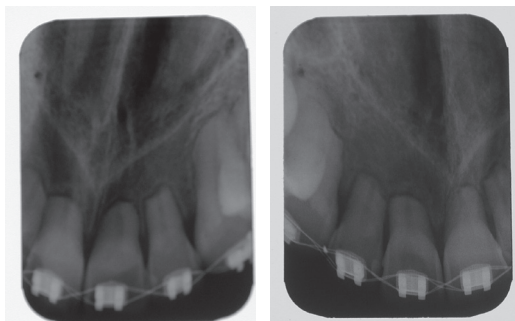
Rycina 1. Zdjęcie pantomograficzne przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego.

Figure 1. Panoramic radiograph before the start of orthodontic treatment.



Rycina 2. Zdjęcie pantomograficzne po 4-letnim leczeniu ortodontycznym, wykonane 2 tygodnie przed poradą ortodontyczną.

Figure 2. Panoramic radiograph after 4-year orthodontic treatment taken 2 weeks before the orthodontic consultation.



Rycina 3, 4. Zdjęcia zgryzowe zębów siecznych górnych wykonane podczas porady ortodontycznej.

Figure 3, 4. Occlusal images of upper incisors taken during the orthodontic consultation.



Rycina 5, 6, 7. Fotografie wewnątrzustne po 4-letnim leczeniu ortodontycznym wykonane w chwili zgłoszenia się na poradę ortodontyczną.

Figure 5, 6, 7. Intraoral photographs after 4-year orthodontic treatment taken at the orthodontic consultation.

Long-term follow-up of advanced resorption of upper incisors' roots after orthodontic treatment

W chwili badania stwierdzono obecność zamków na zębach górnych, z wyjątkiem pierwszego zęba przedtrzonowego lewego i podwójnej ligatury ósemkowej na zębach przednich oraz brak łuku ortodontycznego (Ryc. 5, 6, 7). Po zdjęciu ligatury zęby sieczne i kły wykazywały znaczną ruchomość w kierunku wargowo-podniebiennym. Ze względu na czteroletni okres stosowania sił ciągłych, sprawdzono stan miazgi. Utrata żywotności zębów może bowiem być spowodowana wcześniejszym urazem lub niewłaściwą kontrolą sił ortodontycznych.

Zahamowanie przepływu krwi w miazdze w wyniku zastosowania zbyt dużych sił w leczeniu ortodontycznym może opóźnić usuwanie szkodliwych produktów z miazgi, a w konsekwencji prowadzić do jej uszkodzenia, a nawet martwicy. W badaniu przepływu krwi w naczyniach miazgi z użyciem przepływomierza laserowego PeriFlux System 5010 zęby przednie górne wykazały żywotność. Poszczególne pomiary zostały podane w jednostkach przepływu PU, tj. liczby elementów morfotycznych krwi przepływających w naczyniach włosowatych miazgi zęba, w danej objętości, w jednostce czasu. Ponownie założono ligaturę ósemkową pojedynczą na okres dwóch tygodni, mając na celu korzystny wpływ mięśnia okrężnego ust na poprawę ustawienia zębów przednich. Po tym czasie, podczas wizyty kontrolnej, stwierdzono zmniejszenie nagryzu poziomego; uzyskano kontakt brzegów siecznych zębów siecznych dolnych z zębami górnymi w okolicy szyjek. Pacjentka została skierowana do Zakładu Periodontologii ze względu na stan zapalny przyzębia. Zęby unieruchomiono od strony podniebiennej szyną z włókna szklanego. Umożliwiło to zdjęcie zamków ortodontycznych i stworzenie korzystniejszych warunków do przywrócenia wydolnego czynnościowo zwierania zębów. Badania przepływu krwi w miazdze zębów wykonano po 1, 3, 6 miesiącach po zdjęciu aparatu (Ryc. 8, 9, 10). W celu dalszej stabilizacji zębów przednich zastosowano dodatkowo po roku aparat retencyjny. Pacjentkę obserwowano przez 11 lat, z kontrolą kliniczną stanu miazgi i stabilizacji zębów oraz kontrolą radiologiczną (Ryc. 11). Rok temu, podczas ostatniej wizyty kontrolnej stanu miazgi zębów przednich, stwierdzono prawidłową reakcję na chlorek etylu.

Wyniki

Po 11 latach badań klinicznych i radiologicznych stwierdzono zatrzymanie procesu resorpcji oraz stabilizację zębów w obrębie wyrostka. Kolor zębów i reakcja na czynniki termiczne były prawidłowe. Stabilizacja wartości przepływu krwi w miazdze badanych zębów po 11 latach obserwacji była na poziomie niższym, w porównaniu z badaniem wstępnym.

Dyskusja

Ortodontyczny ruch zębów zależy od ich reakcji na wielkość przyłożonych sił oraz czasu ich działania. Siły optymalne

Inhibition of blood flow in the pulp as a result of using too much forces during orthodontic treatment may delay the removal of harmful products from the pulp, and consequently lead to its damage or even necrosis. The examination of blood flow in pulp vessels with the PeriFlux System 5010 Laser Flow Meter showed that upper anterior teeth were viable. Individual measurements were given in flow units, PU, i.e. the number of morphotic components of blood flowing through capillaries of the dental pulp in a given volume per unit of time. The figure-of-eight ligature was replaced for two weeks as favourable effects of the orbicularis oris muscle on the position of anterior teeth were taken into account. After that time, during a follow visit, overjet was reduced; incisal edges of lower incisors contacted upper teeth near the neck area. The patient was referred to the Department of Periodontology because of periodontitis. Teeth were immobilised from the palatal side with a fiberglass splint. As a result, it was possible to remove orthodontic brackets and create more favourable conditions for the restoration of functionally competent teeth occlusion. Tests of blood flow in the dental pulp were performed 1, 3, 6 months after the removal of the appliance (Fig. 8, 9, 10). In order to stabilise anterior teeth further, a retainer was used one year later. The patient was observed for 11 years, and clinical follow-up examinations of pulp condition, tooth stabilisation and radiological follow-up scans were performed (Fig. 11). A year ago, during the last follow-up examination a normal reaction to ethyl chloride was found in relation to pulp of anterior teeth.

Results

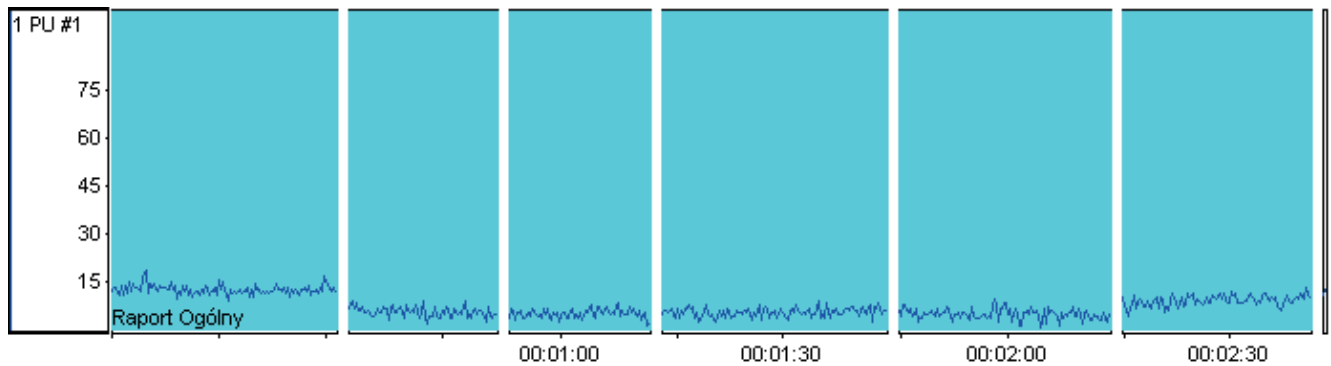
After 11 years of clinical and radiological examinations, the resorption process was stopped and teeth were stabilised within the process. Colour of teeth and their reaction to thermal factors were correct. Stabilisation of blood flow in the pulp of examined teeth after 11 years of follow-up examinations was at a lower level compared to the baseline examination.

Discussion

Orthodontic movement of teeth depends on their reaction to the magnitude of applied forces and the duration of their action. Optimal forces allow for reconstruction of the alveolus of a given tooth as a result of frontal resorption. On the basis of studies published in the 1990s it is known that when an orthodontic force is applied to a tooth, resorptive lesions similar to those observed in the tissue of the alveolar bone are observed in root cement. A multifactorial nature of resorption as well as the mechanics of treatment, criteria and diagnostic tools should be all taken into account when assessing the shortening of tooth roots associated with orthodontic treatment (53). Due to their universality and accessibility, 2D, panoramic radiographs and dental images

Analiza Ogólna General analysis

Wykres Diagram



Obliczenia Calculations

| | Pozycja Position | 1 PU #1 |
|---|--|-------------|
| Wartość średnia Mean | (Jednostki) (Units) | 7.29 |
| Odchyłka standardowa Standard deviation | (Jednostki) (Units) | 3.31 |
| Błąd standardowy Standard error | (Jednostki) (Units) | 0.05 |
| Wartość max. Max value | (Jednostki) (Units) | 20.66 |
| Wartość minim. Min value | (Jednostki) (Units) | 0.31 |
| Pierwsza wartość First value | (Jednostki) (Units) | 11.99 |
| Ostatnia wartość Last value | (Jednostki) (Units) | 11.08 |
| Zmiana procentowa pocz. do końca Percentage change from beginning to end | (%) (%) | -7.63 |
| Powierzchnia pod krzywą Area under the curve | (Jednostki*sek.) (Units*sec.) | 1180.10 |
| Nachylenie Slope | (Jednostki/sek.) (Units/sec.) | -0.02 |
| Czas trwania Duration | (sek.) (seconds) | 161.76 |
| Względny czas startu Relative start time | (godz.:min.:sek.,częst.) (hours:min.:sec.frequency) | 00:00:00.00 |
| Względny czas zatrzymania Relative stop time | (godz.:min.:sek.,częst.) (hours:min.:sec.frequency) | 00:02:41.60 |

Rycina 8. Analiza ogólna przepływu krwi w miążdże zębów przednich po miesiącu od zdjęcia aparatu.

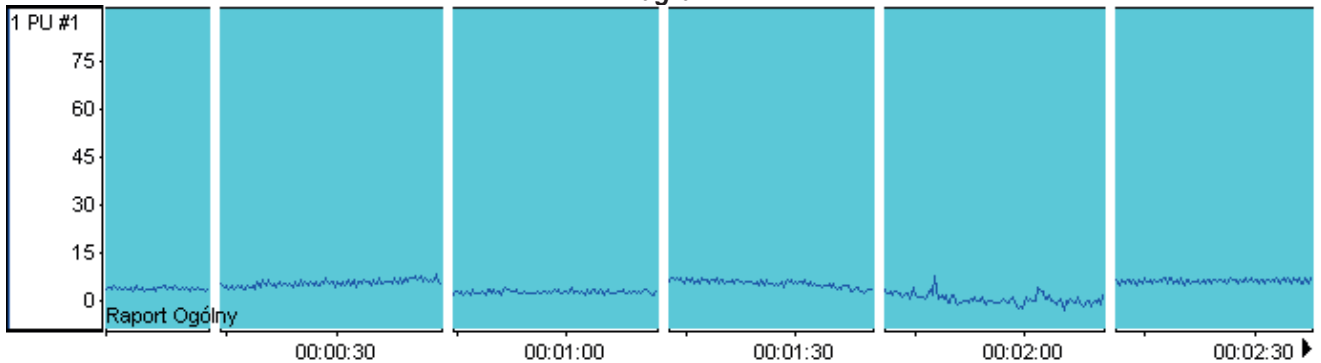
Figure 8. General analysis of blood flow in the pulp of anterior teeth one month after the removal of the appliance.

pozwalają na przebudowę zębodołu danego zęba w wyniku resorpcji czołowej. Na podstawie badań opublikowanych w latach 90. XX wieku wiadomo, że gdy do zęba zostanie przyłożona siła ortodontyczna, w cementie korzenia następują zmiany resorpcyjne podobne do zmian w przylegającej tkance kostnej zębodołu. W ocenie skrócenia korzeni zębów towarzyszących leczeniu ortodontycznemu należy uwzględnić wieloczynnikowy charakter resorpcji,

are a routine diagnostic method in case of resorption of tooth roots. If incisors are tilted, an X-ray scan shows shortening of their roots (54). If an image is dubious, X-ray diagnostics should be supplemented, e.g. with cone-beam computed tomography. In the case described above, "blunting" of roots, with their considerable shortening, high tooth mobility after removal of the permanent appliance and long treatment duration indicate that resorption process was advanced.

Analiza Ogólna General analysis

Wykres
Diagram



Obliczenia Calculations

| | Pozycja Position | 1 PU #1 |
|---|--|-------------|
| Wartość średnia Mean | (Jednostki) (Units) | 4.18 |
| Odchyłka standardowa Standard deviation | (Jednostki) (Units) | 2.26 |
| Błąd standardowy Standard error | (Jednostki) (Units) | 0.03 |
| Wartość max. Max value | (Jednostki) (Units) | 8.30 |
| Wartość minim. Min value | (Jednostki) (Units) | -2.96 |
| Pierwsza wartość First value | (Jednostki) (Units) | 3.42 |
| Ostatnia wartość Last value | (Jednostki) (Units) | 6.77 |
| Zmiana procentowa pocz. do końca Percentage change from beginning to end | (%) | 98.21 |
| Powierzchnia pod krzywą Area under the curve | (Jednostki*sek.) (Units*sec.) | 660.36 |
| Nachylenie Slope | (Jednostki/sek.) (Units/sec.) | 0.00 |
| Czas trwania Duration | (sek.) (seconds) | 158.13 |
| Względny czas startu Relative start time | (godz.:min.:sek.,częst.) (hours:min.:sec.,frequency.) | 00:00:00.00 |
| Względny czas zatrzymania Relative stop time | (godz.:min.:sek.,częst.) (hours:min.:sec.,frequency.) | 00:02:37.95 |

Rycina 9. Analiza ogólna przepływu krwi w miążdze zębów przednich po 3 miesiącach od zdjęcia aparatu.

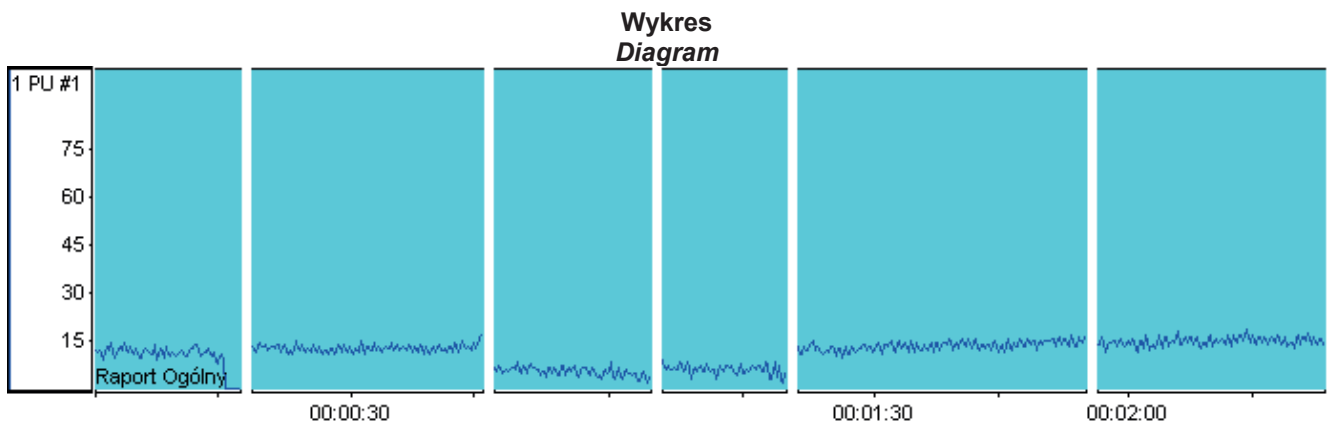
Figure 9. General analysis of blood flow in the pulp of anterior teeth 3 months after the removal of the appliance.

a także mechanikę leczenia, kryteria i narzędzia diagnostyczne (53). Ze względu na powszechność i dostępność podstawową metodą diagnostyczną w przypadku resorpcji korzeni zębów są zdjęcia w projekcji 2D, pantomograficzne i zębowe. W przypadku wychylenia zębów siecznych w obrazie rentgenowskim widoczne jest skrócenie korzeni (54). Jeżeli uzyskany obraz budzi wątpliwość, należy poszerzyć diagnostykę rentgenowską, np. przez wykonanie stożkowej

Pointed upper lateral incisors' roots, in the absence of systemic factors, predispose to resorption.

Available literature reports no information about routine follow-up examinations of teeth roots with advanced resorption and the condition of their pulp. On the basis of 11 years of follow-up examinations it is possible to predict that the obtained results will be maintained further and for a long time, as the rules of oral hygiene are strictly complied with.

Analiza Ogólna General analysis



Rycina 10. Analiza ogólna przepływu krwi w miazdze zębów przednich po 6 miesiącach od zdjęcia aparatu. Zdjęcie zgryzowe zębów przednich po 11 latach obserwacji.

Figure 10. General analysis of blood flow in the pulp of anterior teeth 6 months after the removal of the appliance. Occlusal scan of anterior teeth after 11 years of observation.

tomografii komputerowej. W opisywanym przypadku płaskie „ścięcie” korzeni, z ich znacznym skróceniem, duża ruchomość zębów po zdjęciu aparatu stałego oraz długi czas leczenia wskazują na zaawansowanie procesu resorpcji. Czynnikiem predisponującym do wystąpienia resorpcji jest spiczasty kształt korzeni zębów siecznych bocznych górnych, przy braku czynników ogólnych.

W dostępnym piśmiennictwie brak informacji o systematycznych badaniach kontrolnych korzeni zębów z nasiloną resorpcją oraz stanu ich miazgi. Na podstawie 11 lat obserwacji można przewidywać dalsze, długoterminowe utrzymanie uzyskanych wyników, na co ma wpływ restrykcyjne przestrzeganie zasad higieny jamy ustnej.

Wnioski

Resorpcja korzeni jest uważana za typowy ortodontyczny efekt uboczny. Wiedza na temat czynników predisponujących do wystąpienia resorpcji powinna być sygnałem do precyzyjnej kontroli wielkości stosowanych sił i planowanych przemieszczeń zębów. Duże znaczenie ma kształt korzeni przemieszczanych zębów oraz kontrolne badania kliniczne i radiologiczne. W przypadku ryzyka powstania resorpcji kontrolne zdjęcia pantomograficzne powinny być wykonywane 3–6 miesięcy po rozpoczęciu leczenia ortodontycznego, a następnie w odstępach 6-miesięcznych.



Ryc.11. Zdjęcie zgryzowe zębów przednich po 11 latach obserwacji.

Fig. 11. Occlusal scan of anterior teeth after 11 years of observation.

Conclusions

Root resorption is considered to be a typical side effect of orthodontic treatment. Knowledge of factors predisposing to resorption should be a signal for precise monitoring of magnitude of applied forces and planned tooth displacement. Shape of roots of displaced teeth and clinical and radiological examinations are of great importance. If there is a risk of resorption, follow-up panoramic radiographs should be taken within 3–6 months since starting orthodontic treatment, and then at 6-month intervals.

*Long-term follow-up of advanced resorption of upper incisors' roots after orthodontic treatment***Piśmiennictwo / References**

1. Tronstad L. Root resorption etiology, terminology and clinical manifestations. *Endod Dent Traumatol* 1988; 4: 241-52.
2. Melsen B. Tissue reaction to orthodontic tooth movement – a new paradigm. *Eur J Orthod* 2001; 23: 671-81.
3. Dudic A, Giannopoulou C, Leuzinger M, Kiliardis S. Detection of apical root resorption after orthodontic treatment by using panoramic radiography and cone- beam computed tomography of super-high resolution. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 135: 434-7.
4. Haghanifar S, Arash V, Soboti F, Jafari N. Radiographic evaluation of apical root resorption following fixed orthodontic treatment. *J Dent Med* 2012; 25: 103-8.
5. Krieger E, Drechler T, Schmidtman I, Jacobs C, Haag S. Apical root resorption during orthodontic treatment with aligners. A retrospective radiometric study. *Head Face Med* 2013; 9: 1-8.
6. Lupi JE, Handelmann CS, Sadowsky C. Prevalence and severity of apical root resorption and alveolar bone loss in orthodontically treated adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996; 109: 28-37.
7. Levander E, Bajka R, Malmgren O. Early radiographic diagnosis of apical root resorption during orthodontic treatment: A study of maxillary incisors. *Eur J Orthod* 1998; 20: 57-63.
8. Jonsson A. Long-term follow- up of tooth mobility in maxillary incisors with orthodontically induced apical root resorption. *Eur J Orthod* 2007; 29: 482-7.
9. Verna C, Hartig LG, Kalia S, Melsen B. Influence of steroid drugs on orthodontically induced root resorption. *Orthod Craniofac Res* 2006; 9: 57-62.
10. Sharpe W, Reed B, Subtelny JD, Poison A. Orthodontic relapse, apical root resorption and crestal alveolar bone levels. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987; 91: 252-8.
11. Heo M, Lee S, Lee K, Choi H, Choi S, Park T. Qantative analysis of apical root resorption by means of digital subtraction radiography. *Semin Orthod* 2008; 14: 135-45.
12. Ioannidou-Marathiotou I, Papadopoulos MA, Kondyliou-Sidira A, Kokkas A, Karagiannis V. Digital subtraction radiography of panoramic radiographs to evaluate maxillary central incisor root resorption after orthodontic treatment. *World J Orthod* 2010; 11: 142-52.
13. Dudic A, Giannopoulou C, Leuzinger M, Kiliardis S. Detection of apical root resorption after orthodontic treatmeny by using panoramic radiography and cone-beam computed tomography of super-high resolution. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 135: 434-7.
14. de Freitas JC, Lyra OCP, de Alencar AH, Estrela C. Long-term evaluation of apical root resorption after orthodontic treatment using periapical radiography and cone-beam computed tomography. *Dent Press J Orthod* 2013; 18: 104-12.
15. Yu JH. A cone- beam computed tomography study of ortodontic apical root resorption. *J Dent Sci* 2013; 8: 74-9.
16. Makedonas D. Root resorption diagnosed with cone-beam computed tomography after 6 months and at the end of orthodontic treatment with fixed appliances. *Angle Orthod* 2013; 83: 389-93.
17. Nakada T, Motoyoshi M, Horinuki E, Shimizu N. Cone - beam computed tomography evaluation of the association of cortical plate proximity and apical root resorption after orthodontic treatment. *J Oral Sci* 2016; 58: 231-6.
18. Vlascalic V, Boyd RL, Baumrind S. Etiology and sequelae of root resorption. *Semin Orthod* 1998; 4: 124-31.
19. Harris EF, Kineret SE, Tolley EA. A heritable component for external apical root resorption in patients treated orthodontically. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997; 111: 301-9.
20. Al-Qawasmi RA, Hartsfield JK Jr, Everett EF, Flury L, Lin L, Foroud T. Genetic predisposition to external apical root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 123: 242-52.
21. Talic NF. Inhibition of orthodontically induced root resorption associated with echistachin, an RGD - containing peptide. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 28: 13-9.
22. Sameshima GT, Sinclair PM. Predicting and preventing root resorption: Part I. Diagnostic factors. *Am J Othod Dentofacial Orthop* 2001; 119: 505-8.
23. Mc Fadden WM, Engstrom H, Anholm JM. A study of the relationship between incisor intrusion and root shortening. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989; 96: 390-6.
24. Lin Y. Investigation of the possible factors related to root resorption during orthodontic treatment in adolescents. *Shang J Stoma* 2007; 16: 24-7.
25. Mirabella AD, Artun J. Risk factors for apical root resorption of maxillary anterior teeth in adult orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995; 17: 25-34.
26. Zhang J. Correlation study between sex and age of patients and root resorption after orthodontic treatment. *Shanghai Kou Quang Yi Xue* 2005; 14: 452-5.
27. Linge L, Linge BO. Patient characteristics and treatment variables associated with apical root during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991; 99: 35-43.
28. Tahir E, Sadowsky C, Schneider BJ. An assessment of treatment outcome in American Board of Orthodontics cases. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997; 111: 335-42.
29. Kjaer J. Morphological characteristics of dentitions developing excessive root resorption during orthodontic treatment. *Eur J Orthod* 1995; 17: 25-34.
30. Levander E, Malmgren O. Evaluation of the risk of root resorption during orthodontic treatment a study of upper incisors. *Eur J Orthod* 1988; 10: 30-8.
31. Levander E, Bajka R, Malmgren O. Early radiographic diagnosis of apical root resorption during orthodontic treatment: A study of maxillary incisors. *Eur J Orthod* 1998; 20: 57-63.
32. Oyama K. Effects of root morphology on stress distribution at the root apex. *Eur J Orthod* 2007; 29: 113-5.
33. Tanaka E. Severe crowding and dilacerated maxillary central incisor in an adolescent. *Angle Orthod* 2006; 76: 510-18.
34. Snelgrove RA. Generalized idiopathic apical root resorption as an incident finding in an adolescent: A case history. *Dent Update* 1995; 22: 276-8.
35. Szymańska-Kubal D. Wybrane powikłania leczenia ortodontycznego aparatami stałymi i ruchomymi. *Nowa Stom* 1998; 1-2: 31-40.

36. Mc Nab S, Battistutta D, Taverne A, Symons AL. External apical root resorption of posterior teeth in asthmatics after orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999; 116: 545-51.
37. Owmann-Moll P, Kuroi J. Root resorption after orthodontic treatment in high- and low-risk patients: analysis of allergy as a possible predisposing factor. *Eur J Orthod* 2000; 22: 657-63.
38. Loberg EL, Engstrom C. Thyroid administration to reduce root resorption. *Angle Orthod* 1994; 64: 595-9.
39. Christiansen RL. Commentary: Thyroxine administration and its effects on root resorption. *Angle Orthod* 1994; 64: 399-400.
40. Apajalahti S. Apical root resorption after orthodontic treatment – a retrospective study. *Eur J Orthod* 2007; 29: 408-12.
41. Pastro JDV, Nogueira ACA, Salvatore de Freitas KM, Valarelli FP, Cançado RH, de Oliveira RCG: Factors Associated to Apical Root Resorption after Orthodontic Treatment. *Open Dent J* 2018; 12: 331-9.
42. Levander E, Malmgren O, Eliassen S. Evaluation of root resorption in relation to two orthodontic treatment regimens: A clinical experimental study. *Eur J Orthod* 1994; 16: 223-8.
43. Kaley J, Phillips C. Factors related to root resorption in edgewise practice. *Angle Orthod* 1991; 61: 125-32.
44. Smale I, Artun J, Behbehani F, Doppel D, van't Hof M, Kujipers-Jagtman AM. Apical root resorption 6 months after initiation of fixed orthodontic appliance therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005; 128: 57-67.
45. Bargholz C, Hör D, Zirkel Ch. *Endodoncja*. Elsevier 2006: 63.
46. Costopoulos G, Nanda R. An evaluation of root resorption incident to orthodontic intrusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996; 109: 543-8.
47. Kim KW, Kim SJ, Lee JY, Yoon-Jeong Choi, Chung CJ, Lim H, Kim KH. Apical root displacement is a critical risk factor for apical root resorption after orthodontic treatment. *Angle Orthod* 2018; 88: 740-7.
48. Sander CH. The behaviour of the periodontal ligament is influencing the use of the new treatment tools. *J Oral Rehabil* 2006; 33: 709-11.
49. Dermaut LR, Dermunck A. Apical root resorption of upper incisors caused by intrusive tooth movement – a radiographic study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1986; 90: 321-6.
50. Taithongchai R, Sookkorn K, Killiany DM. Facial and dentoalveolar structure and the prediction of apical root shortening. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996; 110: 296-302.
51. Levander E, Malmgren O. Long – term follow – up of maxillary incisors with severe apical root resorption. *Eur J Orthod* 2000; 22: 85-92.
52. Jurkiewicz-Mazurek M, Różyło-Kalinowska I, Kubera N, Taras M. Resorpcja korzeni zębów jako powikłanie po leczeniu ortodontycznym w obrazie radiologicznym e - *Dentico* 2008; 1: 86-93.
53. Sambevski J, Darendelirer A. Ortodontycznie indukowana zapalna resorpcja korzeni zębów (OIRR). Część I: Czynniki ryzyka biologicznego. *Forum Ortod* 2019; 15: 27-38.
54. Tieu LD, Normando D, Toogood R, Flores- Mir C. Impact on perceived root resorption based on the amount of incisal inclination as determined from conventional panoramic radiography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015; 148: 142-52.