Katedra i Klinika Ortopedii Szczękowej
i Ortodoncji
Uniwersytetu Medycznego im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu

Ewa Konopka

Ocena reakcji kompleksu miazgowo-wierzchołkowo-ozębnowego na przyłożoną siłę ortodontyczną

Rozprawa na stopień doktora nauk medycznych

Promotor
Prof. zw. dr hab. Teresa Matthews – Brzozowska

Poznań 2013

Dziękuję Pani prof. zw. dr hab. Teresie Matthews-Brzozowskiej
za cenne wskazówki merytoryczne i poświęcony mi czas
oraz Najbliższym za wsparcie i cierpliwość.

Spis treści:

1. WSTĘP……1

2. PRZEGLĄD PIŚMIENNICTWA……..3

2.1. Resorpcja korzeni – informacje podstawowe……..3

2.2. Metody pomiaru wielkości resorpcji wierzchołkowej korzeni zębów…….20

2.3. Mikroskopowe badania resorpcji in vitro……..26

3. CEL PRACY……...29

4. MATERIAŁ I METODYKA……31

4.1. Materiał……..31

4.2. Metodyka…….....33

4.3. Analiza statystyczna……..40

5. WYNIKI……..42

5.1 Wyniki pomiarów długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona na pantomogramach wyjściowych i kontrolnych dla grupy 1 (wiek 15-20 lat)……42

5.1.1 Wyniki pomiarów długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona na pantomogramach wyjściowych i kontrolnych dla grupy 1 (wiek 15-20 lat) w wadzie zgryzu I klasy Angle'a…….43

5.1.2 Wyniki pomiarów długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona na pantomogramach wyjściowych i kontrolnych dla grupy 1 (wiek 15-20 lat) w wadzie zgryzu II klasy Angle'a ……...49

5.2 Wyniki pomiarów długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona na pantomogramach wyjściowych i kontrolnych dla grupy 2 (wiek 20-25 lat)……53

5.2.1 Wyniki pomiarów długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona na pantomogramach wyjściowych i kontrolnych dla grupy 2 (wiek 20-25 lat), w wadzie zgryzu I klasy Angle'a……57

5.2.2 Wyniki pomiarów długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona na pantomogramach wyjściowych i kontrolnych dla grupy 2 (wiek 20-25 lat), w wadzie zgryzu II klasy Angle'a……...60

5.3 Wyniki pomiarów długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona na pantomogramach wyjściowych i kontrolnych dla

grupy 3 (wiek 25-55 lat)…….....64
5.3.1 Wyniki pomiarów długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona na pantomogramach wyjściowych i kontrolnych w grupie 3 (wiek 25-55 lat), w wadzie zgryzu I klasy Angle'a…….68
5.3.2 Wyniki pomiarów długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona na pantomogramach wyjściowych i kontrolnych dla grupy 3 (wiek 25-55 lat), w wadzie zgryzu II klasy Angle'a…….71
5.4 Wyniki pomiarów długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona na pantomogramach wyjściowych i kontrolnych dla badanych pacjentów ogółem…….75
5.5 Analiza zależności pomiędzy wynikami badania radiologicznego w badanych grupach…….80
5.5.1 Analiza zależności pomiędzy wynikami badania radiologicznego w badanych grupach w I klasie Angle'a……...84
5.5.2 Analiza zależności pomiędzy wynikami badania radiologicznego w badanych grupach w II klasie Angle'a…….84
5.6 Podsumowanie wyników……..88
6. OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA…….....91
7. WNIOSKI……..105
8. STRESZCZENIE/ABSTRACT……...106
9. PIŚMIENNICTWO……..111
Aneks……..120
Załącznik 1 – Karta badania ortodontycznego……...120
Załącznik 2 - Dokumentacja wybranych przypadków……...124
Spis Tabel……...135
Spis Rycin……...142

1. WSTĘP

Lekarze ortodonci od zawsze dążą do uzyskania idealnego uśmiechu. Obowiązujący wcześniej nacisk na uzyskanie prawidłowych stosunków zębowych i szkieletowych, ulega obecnie zmianie na rzecz podkreślania paradygmatu tkanek miękkich. Współczesne techniki w ortodoncji powinny kształtować estetyczny obraz całego kompleksu ustno-twarzowego, wliczając w to formę, strukturę, równowagę, kolor i funkcję (Samorodnitzky-Naveh i wsp. 2007). W ciągu kilku minionych dekad ortodoncja przeszła prawdziwą ewolucję. Nie będzie przesadnym stwierdzenie, że kliniczna ortodoncja osiągnęła aktualnie bardzo wysoki poziom. Zróżnicowane procedury diagnostyczne, efektywne możliwości lecznicze, bardziej realistyczne spojrzenie na stabilność leczenia i ciągłe badania nad skutkami ubocznymi podczas leczenia ortodontycznego są zagadnieniami, które znacznie rozwinęły się podczas tego okresu. Tym bardziej ważna jest znajomość szerokiej gamy powikłań leczenia ortodontycznego aparatami stałymi.

Jednym z takich powikłań jest resorpcja wierzchołkowa korzeni zębów stałych. Jest to proces prowadzący do utraty twardych struktur korzeni zęba i kości wyrostka zębodołowego. Procesy zaniku i nawarstwiania odbywają się również na poziomie ozębnej i kości otaczającej korzenie zębów. Podczas przemieszczania zębów w kości pod wpływem optymalnej siły dochodzi do resorpcji czołowej kości. W przypadku zastosowania nadmiernych sił powstaje zjawisko resorpcji podminowującej, w której występuje faza przejściowa, czyli martwica komórek, ich usuwanie i tworzenie nowych. Pomimo badań licznych autorów opisujących histologicznie proces utraty twardych struktur korzeni zębów, dokładny moment rozpoczęcia tego procesu jest trudny do przewidzenia (Kalukin i wsp. 2004). Ortodoncja prawdopodobnie jako jedyna dziedzina stomatologii wykorzystuje proces zapalny dziejący się w tkankach po przyłożeniu sił ortodontycznych do uzyskania poprawy funkcji i estetyki zgryzu (Lopatienne i wsp. 2008).

Estetyka twarzy i uzębienia odgrywa istotną rolę w jakości życia pacjentów. Langlois i wsp. (2000) udowodnili, że atrakcyjność wyglądu zewnętrznego jest związana ze wzrostem jakości życia i możliwością odniesienia sukcesu we współczesnym społeczeństwie. Kiyak (2008) wykazała, że leczenie ortodontyczne

poprawia estetykę twarzy i zwiększa zadowolenie pacjentów. Wśród młodzieży, która ukończyła leczenie ortodontyczne zmniejszyła się liczba negatywnych wpływów ze środowiska zewnętrznego.

2. PRZEGLĄD PIŚMIENNICTWA

2.1 Resorpcja korzeni – informacje podstawowe

Przyłożenie siły ortodontycznej do zębów powoduje powstanie objawów charakterystycznych dla zapalenia: zaczerwienienie, podwyższenie temperatury, obrzęk, ból i w małym zakresie zaburzenie funkcji. Ten stan zapalny, który towarzyszy ruchowi zębów podczas leczenia ortodontycznego, stanowi podstawę do wytłumaczenia procesu resorpcji korzeni. Resorpcja korzeni wywołana przyłożeniem siły ortodontycznej jest resorpcją zapalną wierzchołków korzeni zębów. Wyróżniono trzy stopnie ciężkości resorpcji wierzchołkowej:

1. resorpcja cementu odwracalna, nazwana resorpcją powierzchniową, gdzie tylko zewnętrzne warstwy cementu ulegają resorpcji i są następnie całkowicie regenerowane,
2. resorpcja zębinowa odwracalna (resorpcja głęboka), gdzie cement i zewnętrzne warstwy zębiny są resorbowane i zwykle ulegają naprawie przy udziale cementu, ostateczny kształt korzenia po procesie resorpcji może, ale nie musi pozostać niezmieniony,
3. okrężna wierzchołkowa resorpcja korzenia nieodwracalna, gdzie występuje utrata tkanek twardych w okolicy wierzchołka i skrócenie długości korzenia (Berezniak i Wasersten 2001).

Na powierzchni cementu występuje zwykle odbudowa jedynie zewnętrznej warstwy cementu. Resorpcja korzeni jest częścią procesu eliminacji mas szklistych. Pierwszymi komórkami włączonymi w proces usuwania tkanek nekrotycznych są komórki typu makrofagów, które są aktywowane przez sygnały płynące z tkanki nekrotycznej, jako rezultat aplikacji siły ortodontycznej. Początkowo proces przebiega na obrzeżach mas szklistych, gdzie dopływ krwi do więzadła przyzębia jest prawidłowy lub nawet zwiększony. Podczas usuwania mas szklistych sąsiednia zewnętrzna powierzchnia korzenia, która składa się z warstwy cementoblastów pokrywających cementoid, może być uszkodzona, ukazując leżącą pod nią wysoko zmineralizowaną warstwę cementu. Powierzchnia korzenia pod strefą mas szklistych jest resorbowana kilka dni później, kiedy procesy naprawcze w innych miejscach już się rozpoczęły.

Proces resorpcji postępuje do czasu, aż cała tkanka nekrotyczna nie zostanie usunięta i/lub wielkość siły zmaleje. Funkcję ochronną pełni zewnętrzna warstwa korzenia zawierająca cementoblasty i niezmineralizowany cement (pracement lub cementiod). Naprawa lakun resorpcyjnych może rozpoczynać się na obrzeżach lakun, na dnie lub we wszystkich kierunkach. Rozpoczyna się w 2 tygodnie po zaprzestaniu działania siły, poprzez odkładanie cementu bezkomórkowego a następnie komórkowego (Smale 2005).

Przy użyciu radiograficznych technik diagnostycznych wykazano istnienie resorpcji korzeni w przypadku 15% pacjentów przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego i 73% pacjentów po zakończeniu leczenia (Lupi i wsp.1996). W większości przypadków utrata struktury korzenia była minimalna, nie dająca żadnych objawów klinicznych. Resorpcja korzeni narusza długoterminową stabilność okluzji, a doniesienia badaczy wskazują, że pacjenci poddający się leczeniu ortodontycznemu aparatami stałymi są znacznie bardziej narażeni na zjawisko skrócenia korzeni (Killiany 1999). Na pantomogramach lub radiogramach zębowych wielkość resorpcji nie przekracza zwykle 2,5 mm, a używając skali wielkości, zwykle klasyfikowana jest jako niewielka lub średnia u większości pacjentów ortodontycznych (Sameshima i Sinclair 2001). Resorpcja znaczna, definiowana jako przekraczająca 4 mm, lub trzecią część długości korzenia, spotykana jest w 1% do 5% zębów. Najczęściej resorpcji ulegają zęby sieczne szczęki, następnie zęby sieczne żuchwy i pierwsze zęby trzonowe (Kook i wsp. 2003). Jung i wsp. (2011) po zbadaniu pantomogramów 163 pacjentów wykazali największą resorpcję w zębach przyśrodkowych szczęki, następnie w zębach bocznych szczęki, zębach przyśrodkowych żuchwy i zębach bocznych żuchwy.

Istnieje wiele czynników wpływających modulująco na proces resorpcji wierzchołkowej korzeni. Stanowią one połączenie indywidualnych predyspozycji pacjenta, czynników genetycznych i mechanicznych. Wśród czynników zwiększających ryzyko resorpcji związanych z leczeniem ortodontycznym wymienia się czas leczenia (Smale i wsp. 2005, Artun i wsp. 2009, Marques i wsp. 2011), kierunek przesunięć zębowych (Costopoulos i Nanda 1996, Parker i Haris 1998, Sameshima i Sinclair 2001, Artun i wsp. 2009 Ramanathan i Hofman 2009), wielkość przykładanej siły (Owman-Moll i wsp. 1996, Faltin i wsp. 2001, Chan i Darendeliler 2005, Harris i wsp. 2006), rodzaj przykładanej siły (ciągła lub przerywana) (Levander i wsp. 1994, Acar i wsp. 1999, Weiland 2003, Ballard i wsp. 2009, Weltman i wsp. 2010), rodzaj zastosowanego aparatu stałego i technikę leczenia (Mavragani i wsp. 2000, Fritz i wsp. 2003, Chiqueto

i wsp. 2008, Pandis i wsp. 2008, Scott i wsp. 2008, Marques i wsp. 2010). Wśród czynników zwiększających ryzyko resorpcji, które nie zależą od lekarza wymienia się głównie indywidualne predyspozycje pacjenta (Al-Qawasmi i wsp. 2003, Bastos-Lages i wsp. 2009, Tomoyasu i wsp. 2009, Linhartova i wsp. 2012). Do czynników osobniczych zaliczyć należy: budowę, długość oraz zaburzenia rozwojowe w obrębie korzenia (Lee i wsp. 1999, Sameshima i Sinclair 2001, Smale i wsp. 2005, Artun i wsp. 2009 Kitahara i wsp. 2009 Marques i wsp. 2011), rodzaj wady zgryzu (Kuperstein 2005, De Freitas i wsp. 2007, Topkara i wsp. 2012, Motokawa i wsp. 2013), wcześniejszy uraz (Brin i wsp. 2003, Mandal i wsp. 2006), leczenie endodontyczne (Bender i wsp. 1997, Komorowska i wsp. 2006, Esteves i wsp. 2007, Ioannidou-Marathiotou i wsp. 2012), wiek pacjenta (Lupi i wsp. 1996, Liou i wsp. 2010).

Czas leczenia ortodontycznego

Smale i wsp. (2005) badali wielkość resorpcji wierzchołkowej korzeni po 6 miesiącach od rozpoczęcia leczenia aparatem stałym. Ocenili oni zdjęcia okołowierzchołkowe wykonane przed leczeniem i po 3 do 9 miesiącach od założenia aparatu ortodontycznego na zęby sieczne górne. Resorpcja zazwyczaj ujawniała się jako niewielka zmiana w konturach wierzchołków bez skrócenia korzeni. Badacze wykazali, że korzenie o nieprawidłowych kształtach oraz upływ czasu były czynnikami ryzyka dla resorpcji korzeni zębów siecznych, a prawidłowy kształt i szerokość korzeni były czynnikami ochronnymi. Wyniki badań wskazują, że dodatkowy miesiąc leczenia powoduje wzrost resorpcji o 0,1 mm w zębach siecznych centralnych i 0,2 mm w zębach siecznych bocznych. Artun i wsp. (2009) dowiedli, że ryzyko resorpcji korzeni zębów znacznie wzrasta, jeżeli wystąpi resorpcja co najmniej jednego zęba siecznego w pierwszych 6 miesiącach od rozpoczęcia leczenia. Autorzy ci zalecali, w podsumowaniu badań, wykonywanie rutynowych zdjęć pantomograficznych po 6 miesiącach leczenia i dodatkowych zdjęć po 12 miesiącach, u pacjentów z widocznymi oznakami resorpcji na wcześniejszym radiogramie. Sugerowali oni również, że pacjenci, u których nie wystąpiła znaczna resorpcja korzeni w początkowych stadiach leczenia, mogą być leczeni przez długi okres bez ryzyka resorpcji, bez względu na mechanikę leczenia. Marques i wsp. (2011) opisali przypadek pacjenta w wieku dojrzewania leczonego z powodu zębowej protruzji bialweolarnej. Zdjęcie pantomograficzne ujawniło, że zęby sieczne wykazywały niską proporcję długości korony w stosunku do korzenia, a wierzchołki ich korzeni były cienkie i spiczaste. Pacjent leczony był początkowo

aparatami stałymi z użyciem headgeara. Po dwóch latach leczenia współpraca okazała się niezadowalająca i po ponownej analizie przypadku zdecydowano się na leczenie z ekstrakcjami 4 zębów przedtrzonowych. Zdjęcia okołowierzchołkowe wykonane po pierwszej fazie aktywnego leczenia wykazały resorpcję wierzchołków korzeni górnych zębów siecznych do 1/3 ich długości początkowej. Po usunięciu zębów pacjent stosował wyciągi międzyszczękowe klasy II przez 16 godzin na dobę. Po aktywnym leczeniu ortodontycznym aparaty stałe zostały zdemontowane i zastosowano leczenie retencyjne. Zdjęcia zębowe wykonane po zakończeniu leczenia ujawniły ciężką resorpcję zębów siecznych górnych i dolnych i średnią resorpcję kłów w obu łukach. Zdjęcia kontrolne wykonane po 25 latach nie wykazały nasilenia resorpcji, a stan przyzębia był zadowalający.

Kierunek przesunięć zębowych

Costopoulos i Nanda (1996) oceniali wielkość resorpcji wierzchołkowej podczas ortodontycznej intruzji zębów. Wielkość resorpcji nie była według nich związana z wielkością intruzji, znaleziono słabą korelację pomiędzy resorpcją i ruchem wierzchołka. Autorzy ci wykazali, że intruzja przy użyciu niskich sił może przyczynić się do redukcji nagryzu pionowego, powodując niewielką ilość resorpcji wierzchołkowej korzeni. Zwrócili oni również uwagę, że intruzja jest leczeniem z wyboru nadmiernego nagryzu pionowego u pacjentów z zakończonym wzrostem, z niskim kątem podstaw i silną muskulaturą w obrębie mięśni żwaczy. Dodatkowo nadmierna ekspozycja dziąseł podczas uśmiechu jest przeciwwskazaniem do ekstruzji zębów w odcinkach bocznych. Zdaniem Parker i Harris (1998) najbardziej ryzykowna jest intruzja zębów siecznych, w połączeniu z językowym torkowaniem korzeni. Siły torkujące koncentrują się przy wierzchołku, który jest najmniejszą a tym samym najbardziej narażoną na resorpcję częścią korzenia. Zwiększone ryzyko resorpcji może w związku z tym wystąpić w trakcie stosowania łuków krawężnych, które wprowadzają tork korzeniowy. Sameshima i Sinclair (2001) stwierdzili zwiększenie resorpcji korzeni u pacjentów, u których przeprowadzono leczenie z ekstrakcjami 4 zębów przedtrzonowych, niż w przypadkach bez ekstrakcji lub gdy usuwano tylko 2 zęby przedtrzonowe w szczęce. Czas trwania leczenia i zmiana położenia zębów siecznych w płaszczyźnie horyzontalnej była powiązana z resorpcją korzeni. Ponadto autorzy ci nie znaleźli związku między skróceniem korzeni a wielkością slotu zamka, rodzajem łuku ortodontycznego, użyciem wyciągów elastycznych i rodzajem ekspansji Artun i wsp.

(2009) wykazali, że leczenie ekstrakcyjne, zwiększające ilość ruchu zębów oraz używanie wyciągów elastycznych mogą być czynnikami ryzyka resorpcji. Ramanathan i Hofman (2009) wykazali większą resorpcję w zębach, które poddawane były intruzji i retrakcji w tym samym czasie. Stwierdzili oni, że mniejsze ryzyko resorpcji wystąpiło gdy intruzja była dokonywana w pierwszym etapie, a retrakcja w kolejnym, jako osobna procedura. Spowodowało to jednak przedłużenie czasu leczenia, co również mogło zwiększyć ryzyko wystąpienia resorpcji. Badaniem objęli oni tylko zęby sieczne, które najczęściej podlegają resorpcji i są najlepiej widoczne na telerentgenogramach bocznych głowy. Autorzy uważali, że zęby sieczne były poddawane największym przemieszczeniom, a ruchy takie jak tipping, tork, czy intruzja powodowały, że powierzchnia korzenia zęba była narażona na największy nacisk na kość wyrostka zębodołowego, co skutkowało wystąpieniem resorpcji wierzchołkowej.

Wielkość aplikowanej siły - badania na zębach ekstrahowanych

Owman-Moll i wsp. (1996) porównywali wpływ siły ortodontycznej (50 i 200 gram) na wielkość ruchu zębów i wystąpienie resorpcji korzeni u młodzieży. Pierwsze zęby przedtrzonowe szczęki u 8 badanych pacjentów były wychylane dopoliczkowo przez okres 7 tygodni z siłą 50 gram po jednej stronie i siłą 200 gram po stronie przeciwnej. Badacze nie wykazali różnic w wielkości resorpcji korzeni (zasięg i głębokość kraterów) po obu stronach łuku zębowego. Faltin i wsp. (2001) opisali zmiany w cemencie korzeniowym i więzadłach przyzębia dwunastu pierwszych górnych zębów przedtrzonowych pochodzących od 6 pacjentów, które zostały poddane działaniu sił intruzyjnych przez okres 4 tygodni. Autorzy analizowali trzy grupy zębów, pierwszą – nieprzemieszczaną, drugą - intrudowaną siłą 50 gram przy użyciu łuków superelastycznych niklowo-tytanowych, trzecią – intruduwaną siłą 100 gram przy użyciu tych samych łuków. W grupach poddanych działaniu sił autorzy obserwowali zniszczenie struktur komórkowych, naczyń i macierzy zewnątrzkomórkowej cementu i więzadeł przyzębia. Zmiany degeneracyjne były bardziej nasilone w odcinku wierzchołkowym korzeni i w grupie, w której stosowano większą siłę intruzyjną. Badacze udowodnili, że niższe wartości sił ciągłych w mniejszym stopniu zaburzają integralności tkanek. Chan i Darendeliler (2005) porównywali wpływ stałej, niskiej siły 25 gram i wysokiej siły 225 gram podczas dopoliczkowego wychylania zębów. Autorzy wykazali znacznie większą resorpcję na powierzchni policzkowej w odcinku przyszyjkowym zębów, które poddali działaniu sił wysokich, w porównaniu do grupy

sił niskich. Harris i wsp. (2006) stosowali siły niskie i wysokie do intruzji zębów. . Wykazali oni, że liczba i objętość kraterów resorpcyjnych po intruzji była proporcjonalna do wielkości siły intruzyjnej. Badanie przeprowadzono na grupie 27 pacjentów, u których przykładano różnej wielkości siłę intruzyjną przez 28 dni do pierwszych zębów przedtrzonowych, które zakwalifikowane były następnie do usunięcia ze wskazań ortodontycznych.W badaniu wykazano, że w przypadku stosowania sił wysokich resorpcja korzeni była znacznie bardziej nasilona niż w przypadku stosowania sił niskich.

Siły ciągłe a przerywane

Levander i wsp. (1994) badali jaki wpływ ma przerwa w aktywnym leczeniu na zęby, które uległy resorpcji korzeni podczas 6 początkowych miesięcy leczenia aparatem stałym. Materiał badany stanowiło 40 pacjentów, u których na zdjęciach wierzchołkowych wykazano początkową resorpcję korzeni w obrębie 62 górnych zębów siecznych. U 20 pacjentów leczenie kontynuowano, zgodnie z pierwotnym planem, a u pozostałych 20 pacjentów przerwano aktywne leczenie na okres 2-3 miesięcy. Po wznowieniu leczenia wykonano kontrolne badanie radiologiczne. Autorzy wykazali, że wielkość resorpcji była znacząco niższa u pacjentów leczonych z przerwą (0,4 mm) niż u tych, u których leczenie kontynuowano pomimo wykrycia resorpcji wierzchołkowej (1,5 mm).

Acar i wsp. (1999) porównywali użycie wyciągów elastycznych generujących siłę 100 gram w sposób przerywany (12 godzin na dobę) i ciągły (24 godziny na dobę). Materiał badany stanowiły 22 zęby przedtrzonowe pochodzące od 8 pacjentów, które miały być usunięte jako część planu leczenia. Zamki ortodontyczne przyklejone były do zębów siecznych, a pierścienie założone na pierwszych zębach trzonowych, miedzy którymi przebiegał łuk utility. Wyciągi elastyczne były rozciągane między guziczkami na powierzchni policzkowej zębów przedtrzonowych a bocznymi ramionami łuku utility. Stałe stosowanie wyciągów międzyszczękowych doprowadziło do powstania większej ilości resorpcji niż stosowanie sił przerywanych.

Weiland (2003) porównywał wpływ sił stałych i przerywanych na wielkość ruchu zębów i towarzyszącą resorpcję korzeni. Materiał badany stanowiły 84 zęby przedtrzonowe pochodzące od 27 pacjentów, które poddane zostały działaniu różnych sił przez okres 12 tygodni, a następnie usunięte, zgodnie z planem leczenia. Ząb przedtrzonowy po jednej stronie był wychylany przy użyciu łuku stalowego

aktywowanego o 1 mm co 4 tygodnie (offset policzkowy), ząb po stronie przeciwnej tego samego łuku był przemieszczany przy użyciu łuku superelastycznego działającego ze stałą siłą 0,8-1N. Pozostałe zęby pokryte były szyną akrylową. Wielkość przesunięcia zębów była oceniana na podstawie analizy modeli diagnostycznych. Głębokość, obwód, powierzchnia i objętość lakun resorpcyjnych była oceniana trójwymiarowo pod mikroskopem elektronowym. Autor wykazał większe przesunięcie zębów przy udziale łuków superelastycznych w porównaniu do zębów przemieszczanych przy użyciu łuków stalowych. Wielkość resorpcji korzeni była większa dla zębów przesuwanych przy użyciu łuków superelastycznych. Liczba lakun resorpcyjnych wzrastała w obu grupach od części przyszyjkowej korzenia do jego części wierzchołkowej. Resorpcja przyszyjkowa była głównie zlokalizowana na powierzchniach policzkowych, resorpcja wierzchołkowa na powierzchniach podniebiennych lub językowych. Do podobnych wniosków doszli Ballard i wsp. (2009), którzy zbadali pod mikroskopem elektronowym 16 zębów przedtrzonowych pochodzących od 8 pacjentów. Pierwsze zęby przedtrzonowe szczęki były obustronnie obciążane elementami aparatu stałego, a następnie usunięte, jako część planu leczenia ortodontycznego. Początkowa siła aplikowana przez okres 2 tygodni miała wartość 225 cN. Następnie po jednej stronie łuku ząb przedtrzonowy obciążany był siłą przerywaną: 4 dni działania siły i 3 dni przerwy, po drugiej stronie siła była przykładana w sposób ciągły. Wartość siły była kontrolowana na każdej wizycie i wynosiła 225 cN przez kolejne 6 tygodni badania. Autorzy ci wykazali, że siły przerywane stosowane w leczeniu ortodontycznym aparatem stałym powodują mniej resorpcji wierzchołkowej korzeni niż siły stałe.

Weltman i wsp. (2010) w przeglądzie piśmiennictwa opartym na analizie 118 prac wykazali, że zastosowanie sił przerywanych zmniejsza wielkość resorpcji wierzchołkowej korzeni. Autorzy ci podali, że zaprzestanie działania siły na pewien czas umożliwia naprawę zresorbowanych warstw cementu korzeniowego i zapobiega ponownym procesom resorpcji.

Mechanika leczenia

W technice standart edgewise mechanika leczenia była zależna od kształtu łuku ortodontycznego. Technika strait wire polegała na wbudowaniu wszystkich wartości aparatu w bazę zamków ortodontycznych, co zredukowało konieczność dogięć łuków, a tym samym zmniejszało czas leczenia podczas każdej wizyty. Mavragani i wsp. (2000)

porównywali wielkość resorpcji korzeni zębów po leczeniu ortodontycznym techniką standard edgewise i straight-wire. Autorzy pracy wykazali zdecydowanie większą ilość resorpcji korzeni zębów siecznych górnych przyśrodkowych leczonych techniką standard edgewise niż techniką straight-wire. Skrócenie korzeni zębów siecznych bocznych było zależne od wieku pacjentów, anomalii korzeni zębów, czasu trwania okresu retrakcji zębów siecznych oraz zaburzeń budowy zębów takich jak wgłobienie szkliwa.

Wśród ortodontycznych technik estetycznych duże znaczenie odgrywa we współczesnej ortodoncji technika zamków lingwalnych. Jako cechy niekorzystne tej techniki wymienia się zredukowaną odległość między zamkami oraz możliwość powstawania niekontrolowanych sił oraz momentów sił. Jako pierwsi wielkość resorpcji wierzchołkowej korzeni po terapii ortodontycznej aparatem stałym w technice zamków lingwalnych określili Fritz i wsp. (2003). W celu określenia zmiany długości korzeni oraz ruchów wierzchołków w kierunkach strzałkowych i pionowych, analizowali oni zdjęcia pantomograficzne przed i po leczeniu ortodontycznym oraz telerentgenogramy boczne głowy. Uzyskane wyniki potwierdziły, że zęby sieczne górne podlegały większej resorpcji, do 10% ich początkowej długości. Wielkość resorpcji była wyższa w łuku górnym, niż w łuku dolnym. Tylko 18% zębów uległo znacznej resorpcji powyżej 10%. W 82% korzeni zębów nie stwierdzono resorpcji wierzchołkowej. Autorzy pracy wykazali, że leczenie ortodontyczne techniką lingwalną powoduje niewielką resorpcje korzeni, porównywalną z resorpcją opisywaną przy zastosowaniu aparatu stałego od strony wargowej koron zębów.

Wprowadzenie pasywnego systemu samoligaturującego, w którym ruch zębów odbywa się szybciej, bez tarcia, zrodziło szereg pytań, między innymi dotyczące wielkości resorpcji korzeni po leczeniu ortodontycznym. Porównując konwencjonalny system edgewise z innymi pasywnymi i aktywnymi systemami samoligaturującymi, nie wykazano różnic w ilości resorpcji korzeni między poszczególnymi systemami (Pandis i wsp. 2008). Scott i wsp. (2008) potwierdzili również, że resorpcja korzeni zębów siecznych dolnych nie różniła się przy zastosowaniu systemu samoligaturującego Damon 3, a systemu konwencjonalnego podczas leczenia ortodontycznego.

Chiqueto i wsp. (2008) badali wpływ zastosowania mechanizmów intruzyjnych w leczeniu aparatami stałymi na wystąpienie resorpcji korzeni. U 30 pacjentów ze zgryzem głębokim zastosowano leczenie łukami intruzyjnymi, z odwróconą lub pogłębioną krzywą Spee, działającymi ze stałą siłą 100-150 gram, u pozostałych

pacjentów występował prawidłowy nagryz pionowy. W tym badaniu autorzy wykazali znaczącą pozytywną korelację pomiędzy resorpcją korzeni i zmianą nagryzu pionowego oraz ruchem intruzyjnym górnych zębów siecznych przyśrodkowych. Stwierdzili oni również większy stopień resorpcji w zębach siecznych górnych niż dolnych. Nie wykazali natomiast zależności pomiędzy wielkością nagryzu poziomego i resorpcją korzeni. Ponadto stwierdzili, że nie wielkość a kierunek ruchu zębów był czynnikiem modulującym wystąpienie resorpcji. Nie wykazali zależności pomiędzy resorpcją korzeni i czasem leczenia.

Marques i wsp. (2010) badali częstość występowania ciężkiej resorpcji korzeni (powyżej jednej trzeciej początkowej długości korzeni) na grupie 1049 pacjentów pochodzących z Brazylii leczonych techniką Edgewise. Ciężką resorpcję zaobserwowali oni u 14,5% badanych. Za czynniki predysponujące do wystąpienia resorpcji uznali mechanikę leczenia z ekstrakcją czterech zębów przedtrzonowych, trójkątny kształt korzeni oraz obecność resorpcji korzeni przed leczeniem ortodontycznym. Badacze potwierdzili, że zwiększone ryzyko resorpcji korzeni podczas terapii ekstrakcyjnej jest związane z odległością, jaką musi pokonać wierzchołek korzenia w celu zamknięcia przestrzeni poekstrakcyjnej. Stępione czy trójkątnego kształtu korzenie są narażone na większą koncentrację sił na stosunkowo mniejszej powierzchni niż korzenie o prawidłowych kształtach.

Predyspozycje genetyczne

Wpływ czynników genetycznych na występowanie resorpcji opisali Al-Qawasmi i wsp. (2003) wykazując związek między resorpcja korzeni i genem IL-1β. Interleukina 1β jest kluczowym białkiem sygnalizującym kompleks zmian prowadzących do resorpcji korzeni. Autorzy ci wykazali, że pacjenci, którzy byli homozygotami dla allelu 1 IL-1β wykazywali 95% ryzyka wystąpienia resorpcji korzeni większej niż 2 mm.

Cechy fizyczne są wynikiem współdziałania czynników genetycznych i środowiskowych. Efekt działania niektórych genów zupełnie nie zależy od wpływu środowiska, efekt zaś działania innych genów może być znacznie zmieniony przez te warunki. Badania z zakresu genetyki biochemicznej wykazują, że tym większa jest możliwość oddziaływania czynników środowiska, im więcej etapów prowadzi od genu do ujawnienia się ostatecznej cechy. Aby określić rolę działania czynników dziedzicznych i środowiskowych określonych cech występujących u człowieka,

skierowano uwagę na badania bliźniąt. Bliźnięta jednojajowe mają identyczne genotypy, toteż każda różnica między nimi może być przypisana działaniu czynników zewnętrznych. Wielu badaczy analizuje zależność miedzy polimorfizmem genu IL-1β a występowaniem resorpcji wierzchołkowej korzeni zębów (Iwasaki i wsp. 2008)

Bastos-Lages i wsp. (2009) oceniali związek między polimorfizmem genu IL-1β i resorpcją korzeni po leczeniu ortodontycznym w grupie 61 pacjentów pochodzących z Brazylii. Materiał badany podzielony został na 2 grupy, w grupie pierwszej 23 pacjentów wykazywało resorpcję wierzchołkową ponad 2 mm w obrębie zębów siecznych szczęki, w grupie drugiej resorpcja tych samych zębów nie przekraczała 2 mm. Oceny dokonali na podstawie zdjęć okołowierzchołkowych. Badacze ci również wykazali, że pacjenci, u których występował allel 1 IL-1β byli bardziej narażeni na wystąpienie resorpcji wierzchołkowej korzeni po leczeniu ortodontycznym.

Tomoyasu i wsp. (2009) analizowali związek między polimorfizmem genu IL-1β i występowaniem zewnętrznej resorpcji wierzchołkowej. Badali DNA genomu, telerengenogramy boczne głowy i zdjęcia pantomograficzne 51 pacjentów pochodzących z Japonii. Mierzyli wielkość resorpcji wierzchołkowej w zębach siecznych przyśrodkowych szczęki i żuchwy oraz korzeniach bliższych i dalszych pierwszych zębów trzonowych żuchwy. Grupę kontrolną, w której resorpcją była niższa niż 2 mm stanowiło 24 pacjentów, a grupę badaną, z resorpcją większą niż 2 mm, 27 pacjentów. Badali oni również różnice w częstotliwości występowania różnych alleli genu IL-1β w populacji składającej się z Japończyków, Chińczyków, Afroamerykanów, Europejczyków rasy kaukaskiej i Hiszpanów. Autorzy nie znaleźli różnic w polimorfizmie genu IL-1β między grupą kontrolną i badaną w populacji Japońskiej. Wykazano znaczne różnice w częstotliwości występowania allelu T genu IL-1β między badanymi populacjami. Najwyższą częstotliwość występowania allelu T wykazano wśród rasy kaukaskiej i wyniosła ona 29%, a najniższą wśród narodowości japońskiej i chińskiej - odpowiednio 5% i 2,5%. Afroamerykanie i Hiszpanie posiadali allel T w ilości odpowiednio 10% i 14%. Badacze ci doszli do wniosku, ze niska częstotliwość występowania allelu T w populacji japońskiej uniemożliwia porównanie jej z innymi populacjami.

Linhartova i wsp. (2012) w swojej pracy analizowali związek pomiędzy wariantami genu IL 1 i resorpcją korzeni zębów w populacji czeskiej. Materiał badany stanowiło 32 pacjentów w średnim wieku 15 ± 4 lat z resorpcją wierzchołkową korzeni zębów i 74 pacjentów z grupy kontrolnej (średni wiek 15 ± 5 lat). Metoda badania była

oparta na analizie PCR dla IL1A, IL1B i IL1GN. Autorzy nie wykazali różnic istotnych statystycznie między genotypami IL1A i IL1B, częstotliwością ich alleli oraz rekonstrukcja haplotypu IL1 miedzy pacjentami z resorpcją wierzchołkową i pacjentami z grupy kontrolnej. Autorzy wykazali natomiast statystycznie istotną różnicę między częstotliwością wariantów IL1RN między badanymi grupami pacjentów. Wykazano również znaczącą różnicę między genotypem *22 ILRN*12 i jego krótkim allelem oraz resorpcją korzeni zębów w podgrupie dziewcząt. Autorzy potwierdzili, że gen IL1RN VNTR może być kojarzony ze wzmożonym ryzykiem wystąpienia resorpcji wierzchołkowej korzeni, zwłaszcza u dziewcząt.

Budowa anatomiczna korzenia

Lee i wsp. (1999) dokonali oceny ryzyka resorpcji korzeni u pacjentów leczonych ortodontycznie. Badacze analizowali czy u pacjentów z nieprawidłowościami zębowymi, zaburzenia rozwojowe cementu i zębiny mogą prowadzić do redukcji odporności na procesy resorpcyjne toczące się pod wpływem nasilonego nacisku na ząb. Materiał badany stanowiło 84 pacjentów, u których stwierdzono: wrodzony brak zawiązka (oceniany na podstawie zdjęć pantomograficznych), małozębie bocznego zęba siecznego (analiza modeli diagnostycznych i zdjęć wierzchołkowych), ząb wgłobiony (ocena zdjęć okołowierzchołkowych), taurodontyzm (analiza zdjęć pantomograficznych), ektopowe wyrzynanie pierwszych zębów trzonowych w szczęce (analiza zdjęć pantomograficznych i kart pacjentów), skrócenie korzeni (w przypadku zębów wielokorzeniowych występowanie jednego nieproporcjonalnie krótszego korzenia, a w przypadku zębów jednokorzeniowych – korzeń znacznie krótszy niż korzeń równoimiennego zęba po przeciwnej stronie łuku, oceniane na podstawie zdjęć pantomograficznych). U większości pacjentów badanej grupy występowała jedna z wymienionych anomalii. Najczęstszym zaburzeniem był wrodzony brak zawiązka oraz karłowaty ząb sieczny górny boczny (odpowiednio 53% i 33%), a najrzadziej występującym – skrócenie korzenia i ekotopowa erupcja zęba (14%). Grupę kontrolną stanowiło 84 pacjentów nieposiadających żadnych anomalii zębowych. Ocena wielkości resorpcji korzeni dokonywana była na podstawie analizy trzech zdjęć wierzchołkowych zębów siecznych szczęki wykonanych przed i po leczeniu ortodontycznym. Jeden radiogram obrazował zęby sieczne centralne i dwa radiogramy w projekcji na zęby sieczne boczne prawy i lewy. Badacze nie wykazali zwiększonego ryzyka resorpcji u pacjentów z nieprawidłowościami zębowymi.

Sameshima i Sinclair (2001) dokonali oceny czynników wywołujących resorpcję i zapobiegających jej wystąpieniu. Badania retrospektywne dokonane zostały na grupie 868 pacjentów leczonych ortodontycznie. Pomiaru wielkości resorpcji wierzchołkowej dokonano na podstawie analizy zdjęć okołowierzchołkowych. Autorzy ci porównywali wielkość resorpcji w korzeniach zębów o normalnym kształcie i z zaburzeniami podzielonymi na 4 grupy: stępienie, dilaceracja, kształt pipety, ostro zakończony wierzchołek. Stępione zęby sieczne przyśrodkowe w szczęce i kły w żuchwie wykazywały najniższy stopień resorpcji w porównaniu do korzeni zębów z pozostałych grup. Boczne zęby sieczne w szczęce z dilaceracją korzeni były skrócone w większym stopniu niż zęby sieczne o prawidłowym kształcie. Zęby sieczne przyśrodkowe szczęki o kształcie pipety lub o ostro zakończonych wierzchołkach oraz spiczaste kły i zęby sieczne przyśrodkowe w żuchwie wykazywały większą resorpcję niż zęby o prawidłowych kształtach korzeni.

Smale i wsp. (2005) oceniali wielkość resorpcji wierzchołkowej po 6 miesiącach od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego. Materiał badany stanowiła grupa 290 pacjentów, u których oceniano zdjęcia okołowierzchołkowe zębów siecznych górnych wykonane przed rozpoczęciem leczenia i po 6 miesiącach od założenia zamków ortodontycznych. Autorzy dokonali podziału kształtu badanych korzeni zębów na: normalne, stępione, z oznakami erozji, spiczaste, zakrzywione i o kształcie pipety. Pomiary długości korzeni wykazały większą resorpcję w korzeniach zębów siecznych centralnych o kształcie spiczastym i zakrzywionym, a korzenie szerokie były czynnikiem ochronnym. Badacze wykazali również, że czynniki zewnętrzne, takie jak kształt, długość czy forma korzenia maj pływ w około 25% na wielkość resorpcji korzeni.

Artun i wsp. (2009) udowodnili, że zwiększona długość i zmniejszona szerokość korzenia mogą zwiększać prawdopodobieństwo wystąpienia resorpcji w trakcie leczenia ortodontycznego. Autorzy ci przeprowadzili badania na grupie 267 pacjentów, u których analizowali długości zębów siecznych górnych na zdjęciach okołowierzchołkowych wykonywanych przed rozpoczęciem leczenia (T0), po upływie 6 i 12 miesięcy od obciążenia zębów elementami aparatu stałego (odpowiednio T1 i T2) oraz po demontaży aparatu stałego (T3). Badacze wykazali, że czynnikiem determinującym wielkość resorpcji wierzchołkowej korzeni jest czas leczenia ortodontycznego. Według autorów zęby o korzeniach krótkich i stępionych mają mniejszą tendencję do resorpcji, a leczenie endodontyczne jest czynnikiem ochronnym.

Uznali oni, że indywidualne predyspozycje u poszczególnych pacjentów mogą spowodować wystąpienie resorpcji już w początkowych etapach leczenia. Nie wykazali natomiast różnicy w wielkości resorpcji w zębach siecznych przyśrodkowych i bocznych.

Kitahara i wsp. (2009) opisali przypadek 20 letniej pacjentki leczonej aparatem stałym w łuku górnym i dolnym z powodu protruzji bialweolarnej i stłoczenia w łuku dolnym. Plan leczenia zakładał ekstrakcję 4 zębów przedtrzonowych. Po 12 miesiącach aktywnego leczenia zakończono retrakcję górnych kłów i retrakcję *en masse* w łuku dolnym. Na zdjęciu pantomograficznym i zdjęciach okołowierzchołkowych stwierdzono ciężką resorpcję korzeni zębów siecznych górnych. Zmodyfikowano plan leczenia i wykonano osteotomię segmentową przedniego odcinka szczęki według Wassmunda. Zęby sieczne szczęki zostały przesunięte 5 mm ku tyłowi i 3 mm ku górze. Całkowity czas leczenia pacjentki wyniósł 2 lata i 7 miesięcy. Autorzy pracy stwierdzili, że wierzchołki korzeni zębów siecznych szczęki wykazywały na zdjęciach wierzchołkowych przed leczeniem kształt pipety, co mogło zwiększyć ryzyko resorpcji korzeni. Zdjęcia pantomograficzne i wierzchołkowe wykonane po okresie retencji trwającym 2 lata i 9 miesięcy, nie wykazały nasilenia resorpcji korzeni ani utraty kości wyrostka zębodołowego.

Marques i wsp. (2011) przedstawili stan korzeni zębów pacjenta z ciężką resorpcją wierzchołkową po 25 latach od zakończenia leczenia. Pacjent w wieku lat 10 leczony był aparatami stałymi z powodu powiększonego nagryzu poziomego (5 mm), pionowego i nieznacznego stłoczenia w łuku dolnym. Analiza pantomogramów wykazała wówczas krótkie, cienkie i spiczaste korzenie zębów siecznych górnych. Plan leczenia zakładał założenie aparatów stałych na oba łuki zębowe i używanie headgera i wyciągów międzyszczękowych. Po dwóch latach aktywnego leczenia lekarze prowadzący stwierdzili brak współpracy pacjenta w zakresie używania wyciągu zewnątrzustnego i podjęli decyzję o zmianie planu leczenia, z uwzględnieniem ekstrakcji 4 zębów przedtrzonowych. Zdjęcia wierzchołkowe zębów siecznych górnych wykonane w tym czasie w celu zaplanowania alternatywnego leczenia wykazały resorpcję wierzchołków korzeni zębów siecznych do 1/3 ich pierwotnej wysokości. Pomimo tego leczenie ortodontyczne było kontynuowane. Po 7 latach ukończono leczenie aparatem stałym i zastosowano retainer Hawleya. Zdjęcia okołowierzchołkowe wykonane po demontażu aparatu stałego ujawniły ciężką resorpcję zębów siecznych górnych i dolnych i średnią resorpcję kłów w obu łukach zębowych. Po 25 latach od

zakończenia leczenia wykonano ponowne zdjęcia kontrolne, które nie wykazały progresji zmian resorpcyjnych. Konkludując autorzy pracy podkreślili, że w przypadku zauważenia resorpcji korzeni zębów obciążanych siłą, należy przeprowadzać przerwy w aktywnym leczeniu, które pozwolą na apozycję cementu. Zwrócili oni również uwagę na konieczność rozważenia przez lekarzy ortodontów korzyści i ryzyka wynikającego z leczenia pacjentów aparatami stałymi.

Wada zgryzu

U pacjentów ze zgryzem otwartym jednym z czynników zwiększających ryzyko resorpcji korzeni są siły jiggling powstające na skutek dysfunkcji języka. Kuperstein (2005) badała resorpcję wierzchołkową korzeni zębów siecznych przyśrodkowych szczęki u pacjentów ze zgryzem otwartym leczonych ortodontycznie. Badania wykazały znaczną różnicę w wielkości resorpcji korzeni zębów siecznych u pacjentów ze zgryzem otwartym w porównaniu do pacjentów z prawidłowym nagryzem pionowym. Autorka wykazała, że zwiększona długość korzeni zębów siecznych wraz ze zgryzem otwartym przednim mogą być czynnikami modulującymi wystąpienie resorpcji.

De Freitas i wsp. (2007) oceniali stopień resorpcji wierzchołkowej korzeni zębów u pacjentów ze zgryzem otwartym i u pacjentów z prawidłowym nagryzem pionowym, leczonych z ekstrakcjami zębów przedtrzonowych i bez ekstrakcji. Materiał badany stanowiło 120 pacjentów, podzielonych na 4 grupy. Grupę 1 stanowiło 32 pacjentów ze zgryzem otwartym leczonych z ekstrakcjami zębów przedtrzonowych, grupę 2 stanowiło 28 pacjentów ze zgryzem otwartym leczonych bez ekstrakcji. Grupa 3 składała się z 30 pacjentów z prawidłowym nagryzem pionowym leczonych z usunięciem zębów przedtrzonowych, a grupa 4 – z 30 pacjentów leczonych bez usuwania zębów. Autorzy nie wykazali różnic w wielkości resorpcji korzeni pomiędzy pacjentami ze zgryzem otwartym i pacjentami z prawidłowym nagryzem pionowym. Wykazali oni natomiast statystycznie istotne zwiększenie resorpcji u pacjentów leczonych z ekstrakcjami zębów przedtrzonowych, czynnikami ryzyka resorpcji korzeni była wielkość korekcji nagryzu poziomego.

Topkara i wsp. (2012) opisali przypadek pacjenta leczonego z powodu zgryzu otwartego całkowitego, u którego wykryto resorpcje wierzchołkową korzeni zębów w trakcie leczenia ortodontycznego aparatem stałym. Resorpcja wierzchołkowa wystąpiła na wszystkich zębach obciążanych elementami aparatu stałego, największa na zębach siecznych górnych i dolnych i zębach trzonowych górnych. Na radiogramach

kontrolnych wykonywanych po demontażu aparatu stałego odnotowano wygładzenie wierzchołków zresorbowanych korzeni zębów. Konkludując autorzy podali, iż radiogramy kontrolne powinny być wykonywane po upływie 6-12 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, a w przypadku wykrycia resorpcji wierzchołkowej korzeni zębów przerwa w aktywnym leczeniu ortodontycznym powinna trwać około 2-3 miesięcy. Autorzy ci wykazali, że stosowanie pionowych wyciągów elastycznych do ekstruzji zębów może być czynnikiem ryzyka resorpcji wierzchołkowej korzeni zębów.

Motokawa i wsp. (2013) analizowali czy zgryz otwarty u pacjentów poddawanych leczeniu ortodontycznemu może być czynnikiem ryzyka resorpcji wierzchołkowej korzeni zębów. W tym celu przeprowadzili oni badania na grupie 111 pacjentów, u których analizowali długości korzeni 2930 zębów. Autorzy podzielili materiał badany na dwie grupy: pacjentów bez zgryzu otwartego (57 pacjentów) i pacjentów ze zgryzem otwartym przednim lub /i bocznym (54 pacjentów). W grupie pacjentów ze zgryzem otwartym, w której analizowali 1434 zęby, dokonali podziału na zęby mające kontakt z antagonistami, czyli biorące udział w okluzji oraz te, które nie miały kontaktu z antagonistami w zwarciu. Badacze dokonywali oceny wielkości resorpcji wierzchołkowej na zdjęciach wierzchołkowych, przy użyciu skali Malmgrena. Autorzy wykazali większą częstotliwość resorpcji korzeni u pacjentów ze zgryzem otwartym, niż u pacjentów bez zgryzu otwartego. Wykazali oni również, że zęby, które w zgryzie nie miały kontaktu z antagonistami, częściej ulegały resorpcji korzeni, niż pozostałe zęby.

Uraz

Brin i wsp. (2003) prowadzili badanie na grupie 138 dzieci, spośród których połowa doświadczyła urazu zębów przed zakończeniem leczenia ortodontycznego. Analizowali oni rentgenogramy wierzchołkowe zębów siecznych przyśrodkowych i bocznych szczęki. Autorzy wykazali, że zęby sieczne posiadające oznaki urazu lub obciążone urazem w wywiadzie, niewykazujące resorpcji przed rozpoczęciem leczenia, są w tym samym stopniu podatne na resorpcję średnią do ciężkiej, co zęby sieczne bez urazu.

Mandall i wsp. (2006) przeprowadzili badania, których celem było porównanie trzech sekwencji łuków ortodontycznych i ich wpływ na wielkość resorpcji korzeni. Materiał badany stanowiło 154 pacjentów, u których autorzy ocenili poziom

dyskomfortu po zastosowaniu określonych łuków ortodontycznych. Badanie obejmowało również pacjentów, którzy w wywiadzie podali uraz w okolicy zębów siecznych (złamanie lub zwichnięcie korony, reimplantacja). Autorzy ci nie wykazali zależności między urazem zębów siecznych i występowaniem resorpcji korzeni.

Leczenie endodontyczne

Poglądy na temat zależności pomiędzy leczeniem endodontycznym a resorpcją korzeni wielokrotnie ulegały zmianie na przestrzeni czasu. Bender i wsp (1997) opisali przypadki dwóch pacjentów, u których zaobserwowali większą podatność na resorpcję po leczeniu ortodontycznym w zębach z żywą miazgą w porównaniu do zębów leczonych kanałowo. Przypadek pierwszy stanowiła dziewczynka, u której ząb sieczny przyśrodkowy lewy leczony był kanałowo po urazie. W wieku lat 10 pacjentka leczona była ortodontycznie i po 3 latach leczenia badacze wykazali resorpcję wierzchołkową korzeni zęba siecznego przyśrodkowego prawego i obu korzeni zębów siecznych bocznych. Po kolejnym roku leczenie ortodontyczne zakończono, a na zdjęciach wierzchołkowych wykazano zwiększenie resorpcji zęba siecznego przyśrodkowego z żywą miazgą. W badaniu kontrolnym po 6 latach zaobserwowano zatrzymanie procesu resorpcyjnego. Po 16 latach autorzy stwierdzili również oznaki resorpcji korzenia zęba po leczeniu kanałowym w postaci zaokrąglenia wierzchołka. Drugi przypadek stanowił opis 15 letniego chłopca, u którego ząb sieczny przyśrodkowy prawy leczony był po urazie w wieku 7 lat. W trakcie leczenia korzenia wodorotlenkiem wapnia, założono aparat stały. Po 4 latach od demontażu aparatu stałego na zdjęciach okołowierzchołkowych autorzy wykazali resorpcję w żywym zębie siecznym przyśrodkowym lewym. W badaniu kontrolnym wykonanym po 8 latach badacze nie stwierdzili dodatkowych zmian.

Komorowska i wsp. (2006) w przeglądzie piśmiennictwa wykorzystała 12 artykułów, na podstawie których dokonała meta-analizy nasilenia resorpcji korzeni zębów leczonych i nieleczonych endodontycznie u pacjentów poddanych terapii ortodontycznej. Autorzy ci wykazali, że zęby leczone endodontycznie mogą być przesuwane ortodontycznie z mniejszym ryzykiem resorpcji korzeni niż zęby z żywą miazgą. Do odmiennych wniosków doszli Esteves i wsp. (2007), którzy zbadali retrospektywnie zdjęcia okołowierzchołkowe 16 pacjentów, z których każdy posiadał jeden ząb sieczny przyśrodkowy górny z żywą miazgą i równoimienny ząb strony przeciwnej po leczeniu endodontycznym. Pacjenci byli leczeni ortodontycznie co

najmniej 20 miesięcy, a leczenie kanałowe jednego z badanych zębów siecznych zakończone było rok przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego. Rezultaty badań nie wykazały różnic w wielkości resorpcji korzeni między zębami żywymi i leczonymi endodontycznie, połowa pacjentów doświadczyła większej resorpcji w zębach martwych, a połowa w zębach z żywą miazgą, różnica ta nie była jednak statystycznie istotna.

Ioannidou-Marathiotou i wsp. (2012) w przeglądzie piśmiennictwa dokonali meta-analizy 4 prac w celu zbadania wpływu leczenia ortodontycznego na resorpcje korzeni zębów leczonych endodontycznie w porównaniu do zębów z żywą miazgą. Wykazali oni, że zęby leczone endodontycznie wykazują mniejszą resorpcję niż zęby żywe. W podsumowaniu stwierdzili oni, że lekarze ortodonci nie muszą obawiać się zwiększonego ryzyka resorpcji korzeni prowadząc leczenie ortodontyczne na zębach leczonych endodontycznie.

Wiek pacjenta

Lupi i wsp. (1996) zbadali ciężkość i częstotliwość resorpcji wierzchołkowej korzeni i utratę kości wyrostka zębodołowego dorosłych pacjentów leczonych ortodontycznie. Badanie przeprowadzono w grupie 88 pacjentów dorosłych, w wieku od 20 do 45 lat. Średni czas leczenia wynosił 20 miesięcy, 49 pacjentów było leczonych z ekstrakcjami, a 39 bez ekstrakcji zębów. Częstość występowania zębów siecznych z oznakami resorpcji wzrosła z 15% przed leczeniem do 73% po leczeniu. Liczba zębów siecznych wykazujących resorpcję średnią do ciężkiej wzrosła z 2% przed leczeniem do 24,5% po leczeniu. Ciężką resorpcję (powyżej jednej trzeciej długości korzenia) wykazano w 13 zębach (2%).

Liou i wsp. (2010) określali ilość resorpcji korzeni zębów siecznych szczęki pacjentów dorosłych, u których przeprowadzano retrakcję zębów siecznych en-masse i intruzję przy użyciu miniśrub. Materiał badany stanowiło 50 pacjentów dorosłych, podzielonych na 2 grupy. Grupa pierwsza leczona była z usunięciem pierwszych zębów przedtrzonowych szczęki i retrakcją przy użyciu miniśrub (30 pacjentów), grupa druga natomiast z ekstrakcją pierwszych zębów przedtrzonowych bez użycia miniśrub (20 pacjentów). Autorzy wykazali, że wielkość przedniej retrakcji en-masse, czas leczenia i resorpcja wierzchołkowa zębów siecznych przyśrodkowych szczęki była większa w grupie, w której zastosowano zakotwienie absolutne. Badacze stwierdzili, że przy użyciu zakotwienia kortykalnego, jakim są miniśruby można zmieniać położenie zębów

do idealnych pozycji i inklinacji, a także znacznie łatwiej intrudować zęby sieczne. Jednakże korzenie zębów siecznych są wówczas narażone na znacznie dłuższy kontakt z kością wyrostka zębodołowego, co może objawiać się w postaci resorpcji korzeni.

2.2 Metody pomiaru wielkości resorpcji wierzchołkowej korzeni zębów

Metody pomiarów resorpcji wierzchołkowej korzeni zębów wykonywane są w oparciu o badania kliniczne *in vivo* oraz badania laboratoryjne przeprowadzane na zębach usuniętych poddanych wcześniejszemu działaniu sił ortodontycznych. Wśród badań klinicznych największe znaczenie diagnostyczne ma radiografia wewnątrzustna i zewnątrzustna oraz tomografia komputerowa. W wykrywaniu resorpcji zanim zostanie ona uwidoczniona w badaniu radiologicznym duże możliwości daje analiza poziomu białek w płynie szczelin dziąsłowych lub kieszonek przyzębnych. W przypadku obciążeń genetycznych wystąpienia resorpcji korzeni zębów, wykonuje się badania genetyczne.

Leach i wsp. (2001) przedstawili możliwości diagnostyki radiograficznej korzeni w odniesieniu do ortodoncji. Zdjęcia wewnątrzustne powinny być wykonywane w określonych, powtarzalnych warunkach: badany ząb i film powinny być w jak najbliższym kontakcie, ząb i film powinny być równoległe do siebie, promień centralny powinien padać pod odpowiednim kątem w płaszczyźnie centralnej i wertykalnej. Zdjęcia wierzchołkowe mogą być wykonywane w dwóch technikach – izometrycznej i kąta prostego. W technice kąta prostego zwanej również techniką równoległą błona rentgenowska jest umieszczona równolegle do długiej osi zębów, a promień centralny jest rzutowany pod kątem prostym do długiej osi zębów i błony rentgenowskiej. Takie wzajemne ustawienie błony rentgenowskiej, zębów i promienia centralnego ogranicza zniekształcenia obrazu i umożliwia ocenę resorpcji korzeni. Dzięki urządzeniom do przytrzymywania błony rentgenowskiej technika ta jest powtarzalna i umożliwia porównanie wyglądu korzeni w czasie. W technice izometrycznej błona rentgenowska powinna być maksymalnie przybliżona do językowej powierzchni zębów, a promień centralny skierowany pod kątem prostym do płaszczyzny dwusiecznej kąta pomiędzy osią długa zęba a płaszczyzną błony rentgenowskiej. Przy spełnieniu powyższych warunków, obrazy rzutowane na błonę rentgenowska będą teoretycznie tej samej

długości, co badany obiekt, ale nieprawidłowa pozycja tubusa może spowodować skrócenie lub wydłużenie obrazu. Chociaż obie techniki zostały opracowane w dążeniu do ograniczenia zniekształceń, technika izometryczna daje bardziej zdeformowany obraz uzębienia i nie jest polecana do oceny resorpcji korzeni.

Najczęściej resorpcja wierzchołkowa jest wykrywana na przeglądowych zdjęciach pantomograficznych. Pantomografia, jako badanie wstępne, przy niskiej dawce promieniowania, może dostarczyć istotnych informacji o kształcie wierzchołków korzeni zębów, kości wyrostków zębodołowych, stawach skroniowo-żuchwowych i strukturach przylegających. Radiografia pantomograficzna pomaga również w ocenie potrzeb wykonania zdjęć w innych projekcjach. Metody oceny długości korzeni na pantomogramach są przydatne, ponieważ zdjęcia te są wykonywane rutynowo u wszystkich pacjentów poddawanych leczeniu ortodontycznemu (Choi2011).

Hölttä i wsp. (2004) przeprowadzili ocenę wskaźnika korzeń-korona w zębach stałych zdrowej populacji Finów na podstawie zdjęć pantomograficznych. Badacze wykorzystali zdjęcia pantomografczne 108 pacjentów (53 mężczyzn i 55 kobiet), na podstawie których dokonali pomiaru wskaźnika korzeń/korona w 2779 zębach stałych z ukończonym rozwojem wierzchołka, pomijając trzecie zęby trzonowe. Wykluczyli oni z badania pantomogramy pacjentów w trakcie leczenia ortodontycznego, z niewidocznym punktem odniesienia korzeń/korona i zdjęcia złej jakości technicznej. Do analizy użyli metody Linda z 1972 roku, która oparta jest na pomiarze wysokości korony i długości korzenia. W przypadku zębów z dwoma korzeniami policzkowymi, długość korzenia wyznaczali od wierzchołka korzenia najdłuższego. Określali punkt przecięcia pomiędzy koroną a korzeniem (punkt m), a następnie obliczali wysokość koron (C). Długość korzenia (R) wyznaczali od punktu m pionowo do stycznej z wierzchołkiem. Pomiarów dokonywali przy użyciu przezroczystej plastykowej siatki. Wskaźnik korzeń-korona autorzy obliczali przez podział długości korzenia do wysokości korony. Wykazali oni, że dla obu płci średni wskaźnik R/C był wyższy dla zębów w żuchwie niż dla odpowiadających im zębów w szczęce. Dla zębów siecznych przyśrodkowych górnych i dolnych oraz zębów siecznych bocznych, pierwszych i drugich zębów trzonowych górnych wskaźnik R/C był wyższy dla mężczyzn niż dla kobiet. W obydwu łukach zębowych dla obu płci najwyższą średnią wartość wskaźnika R/C stwierdzili oni dla drugich zębów przedtrzonowych, następnie dla pierwszych zębów przedtrzonowych i kłów. Najniższe wartości R/C zanotowali dla przyśrodkowych zębów siecznych górnych i pierwszych zębów trzonowych górnych oraz zębów siecznych dolnych. W

celu oceny powtarzalności pomiarów wyniki jednego badacza (ocena 2779 zębów na 108 zdjęciach pantomograficznych – pomiar A1) zostały porównane z wynikami tego samego badacza uzyskanymi po okresie 2 miesięcy (ocena 332 zębów na 12 zdjęciach pantomograficznych – pomiar A2). Błąd pomiaru określali również porównując pomiar A1 z pomiarem drugiego badacza (ocena tych samych 2279 zębów – pomiar B). Konkludując autorzy ci zauważyli, że ocena wskaźnika R/C może być dokonywana na podstawie analizy zdjęć pantomograficznych również u pacjentów poddanych leczeniu ortodontycznemu. Jednym z ograniczeń tej metody jest trudność w ocenie położenia połączenia szkliwno-cementowego, a także możliwość nakładania się zarysów zębów, zwłaszcza w okolicy zębów przedtrzonowych. Obniżony poziom dna zatoki szczękowej może spowodować zaburzenia w odczycie długości korzeni zębów bocznych w szczęce.

Radiografia wewnątrzustna i zewnątrzustna może wykorzystywać obrazy zapisane w formie zdigitalizowanej. Przy użyciu światłoczułych detektorów w procesie tworzenia obrazów udało się zmniejszyć dawkę promieniowania dla pacjenta przy utrzymywaniu czy nawet zwiększaniu jakości obrazu. Dodatkową zaletą radiografii cyfrowej jest możliwość przetwarzania danych oraz manipulacji obrazem dotycząca gęstości i kontrastu, co pozwala na uzyskanie większej ilości informacji z danego obrazu i unikanie powtórzeń (Kim i wsp. 2012).

Metodą, która umożliwia ocenę ilościową małych ubytków resorpcyjnych, jest cyfrowa radiografia subtrakcyjna (digital subtraction radiography DSR). Wymaga ona obecności dwóch identycznych obrazów zapisanych w formie cyfrowej, choć wykorzystuje się do tego celu również zdjęcia konwencjonalne. Radiografia subtrakcyjna jest na tyle czułą metodą, że pozwala na wykrycie kraterów resorpcyjnych o wielkości nawet 0,5 mm (Heo i wsp. 2001). W procesie subtrakcji usunięte zostają te struktury, których obraz po nałożeniu się nie zmienił. Wówczas lepiej uwidocznione zostają te struktury, w przypadku których występuje różnica w wartości poziomu szarości. Obraz końcowy powstaje w wyniku nałożenia obu obrazów i przedstawia różnice w gęstości pomiędzy nimi. Miejsca zdemineralizowane ukazują się w radiografii subtrakcyjnej jako zacienienia, natomiast te, w których występuje większe wysycenie minerałów dają obraz przejaśnienia (Jurkiewicz-Mazurek i wsp. 2008). Jak podkreśla Krzyżostaniak i Surdacka (2010) obraz subtrakcji jest tylko zapisem dwuwymiarowym i mimo precyzyjnych wyników nie określa on zasięgu, ani umiejscowienia zmian w trójwymiarowych tkankach. Na zdjęciach rentgenowskich wiązka promieniowania płynąca do detektora zostaje osłabiona na skutek kontaktu z

różnymi strukturami znajdującymi się na drodze jej przebiegu. Ono i wsp. (2011) wykazali, że zarówno radiografia subtrakcyjna jak i radiografia cyfrowa są metodami umożliwiajacymi precyzyjne wykrycie resorpcji wierzchołkowej korzeni o wielkości powyżej 0,5 mm i resorpcji na powierzchni językowej korzeni o wielkości powyżej 1 mm. Autorzy ci wykazali, że radiografia subtrakcyjna dawała lepsze rezultaty w wykrywaniu resorpcji na powierzchni językowej korzeni zębów. Krzyżostaniak i wsp. (2011) podkreślili, że radiografia subtrakcyjna jest bardzo czułą metodą diagnostyczną i umożliwia przy idealnych warunkach, wykrycie zmiany zawartości minerałów rzędu 5%, podczas gdy przy użyciu konwencjonalnych metod wykrycie takich zmian jest możliwe dopiero przy utracie 30% minerałów. Autorzy ci zauważyli, że subtrakcja komputerowa może diagnozować zmiany w tkankach twardych, monitorować przebieg leczenia i oceniać jego wyniki. Dotyczy to przede wszystkim chorób przyzębia, próchnicy, resorpcji wierzchołkowej korzeni zębów, a także implantologii. Choć radiografia subtrakcyjna daje precyzyjne wyniki, jednakże brak standaryzacji geometrii projekcji oraz kontrastu radiogramów powoduje trudności w jej stosowaniu.

Metody diagnostyczne takie jak radiografia cyfrowa i radiografia subtrakcyjna odniosły częściowy sukces w dokładnym diagnozowaniu zewnętrznej resorpcji wierzchołkowej, zwłaszcza kiedy zmiany umiejscowione są na policzkowej lub językowej powierzchni korzeni zębów. Zaczęto więc poszukiwać możliwości eliminacji nakładania się struktur i ich cieni i dostrzeżenia trójwymiarowego obrazu tkanek. W latach 70-tych rozwinęła się tomografia komputerowa. Tomografia komputerowa pod wieloma względami przewyższa konwencjonalną radiografię. Przede wszystkim eliminuje ona całkowicie nakładalność struktur znajdujących się powyżej lub poniżej badanej warstwy. Pozwala na porównanie tkanek różniących się gęstością o mniej niż 1%. Ponadto dane z pojedynczego badania mogą być przeglądane jako przekrój osiowy, czołowy lub strzałkowy. Tomografia komputerowa znalazła zastosowanie w wielu dziedzinach diagnostyki, na przykład przy planowaniu leczenia implantologicznego, chirurgii szczękowo-twarzowej, obrazowaniu okolicy stawów skroniowo-żuchwowych (Lascala i wsp. 2004). Metoda ta umożliwia obrazowanie trójwymiarowe struktur wysoko kontrastowych takich jak kość oraz wybranych struktur zęba (Marmulla i wsp. 2005). W ortodoncji tomografia komputerowa wykorzystywana jest do określania gęstości kości koniecznej do ortodontycznych przesunięć zębów (Holberg i wsp. 2005), diagnozowania pacjentów z rozszczepem podniebienia pierwotnego i wtórnego (Wörtche i wsp. 2006) i obrazowania zębów zatrzymanych (Liu i wsp. 2008). Dostarcza

ona bardzo dokładny obraz 3D przy niskiej dawce promieniowania (ekspozycja jednorazowa trwa 18 sekund), obraz może być wykonany pod każdym kątem, co eliminuje nakładalność struktur. Tomografia komputerowa nie może zastąpić diagnostyki pantomograficznej, która jest metodą najbardziej dostępną i obciążoną najmniejszym ryzykiem medycznym. Jednakże w przypadkach stwierdzenia resorpcji na pantomogramie w trakcie leczenia ortodontycznego wykonanie tomografii może być przydatne, w celu podjęcia decyzji dotyczącej kontynuacji lub przerwania leczenia ortodontycznego (Dudzic i wsp. 2009).

Jankowska i Antoszewska (2012) w przeglądzie piśmiennictwa zauważyły, że tomografia stożkowa (CBCT) stanie się wkrótce "złotym standardem" w radiologii stomatologicznej i będzie najprawdopodobniej wykorzystywana w codziennej praktyce klinicznej, jako narzędzie diagnostyczne do wykrywania resorpcji korzeni po leczeniu ortodontycznym.

W monitorowaniu zmian resorpcyjnych zanim zostaną one uwidocznione na RTG może być przydatne badanie markerów biologicznych. Podczas toczącego się procesu resorpcji korzeni do szczelin dziąsłowych wydzielają się białka macierzy i cytokiny. Istnieją różnice w poziomie tych białek w płynie szczelin dziąsłowych u pacjentów podlegających leczeniu ortodontycznemu z radiologicznymi oznakami resorpcji i u pacjentów nieleczonych, bez oznak resorpcji. Istnieją też różnice pomiędzy poziomami tych białek u pacjentów ze słabą i średnią resorpcją korzeni (Lamster i wsp. 1994). Analiza składu płynu szczelin dziąsłowych daje wiele korzyści: jest metodą czuła, nieinwazyjną, redukuje konieczność naświetlania pacjenta, umożliwia określenie stadium aktywności i ciężkości resorpcji. Balducci i wsp. (2007) badali poziom białek macierzy pozakomórkowej: białka macierzy zębiny (dentin matrix protein 1 DMP1), zębinowej fosproteiny (dentin phosphorine DPP) i zębinowej sjaloproteiny (dentin sialoprotein DSP) w płynie szczeliny dziąsłowej (gingival crevicular fluid GCF) pacjentów poddanych leczeniu ortodontycznemu, u których zdiagnozowano średnią do ciężkiej resorpcję korzeni. Rezultaty badań nad stężeniem fosforynów i sialoprotein zębinowych wykazały, że białka te mogą być potencjalnymi markerami procesów resorpcyjnych. Koncentracja tych białek u pacjentów z różnym nasileniem resorpcji jest różna, zatem mogą one być odpowiednimi markerami dla monitorowania zmian resorpcyjnych zanim zostaną one uwidocznione na RTG. Występowanie białek zębinowych w płynie szczelin dziąsłowych jest związane z procesem rozpadu tkanek twardych korzenia. Mah i Prasad (2004) badali poziom fosfoproteiny zębinowej w

płynie szczelin dziąsłowych u pacjentów leczonych ortodontycznie. Płyn pobierany był z szczelin dziąsłowych pacjentów niepoddanych terapii ortodontycznej z okolic zębów siecznych przyśrodkowych i drugich zębów trzonowych mlecznych w trakcie eksfoliacji oraz z zębów siecznych przyśrodkowych pacjentów w trakcie aktywnej fazy leczenia ortodontycznego z średnią resorpcją korzeni (1-3 mm) zarejestrowaną na radiogramie. Porównanie pomiędzy trzema grupami badanymi wykazało największą ilość fosfoprotein zębinowych w płynie szczelin dziąsłowych zębów mlecznych, które uległy częściowej eksfoliacji. W grupie pacjentów leczonych ortodontycznie poziom białek był niższy. W grupie nieleczonej w płynie szczelin dziąsłowych również wykazano pewną ilość białek zębinowych, co jest trudne do wytłumaczenia, ponieważ zęby te nie podlegały żadnym wizualnym zmianom strukturalnym. Obecność białek zębinowych w płynie pacjentów nieleczonych może wskazywać na toczące się procesy na poziomie strukturalnym korzeni. Odontoblasty i odontoklasty mogą tworzyć, resorbować i remodelować zębinę podobnie jak osteoklasty i osteoblasty remodelują kość. W grupie kontrolnej znajdowali się pacjenci między 12 a 16 rokiem życia, u których wierzchołki korzeni zębów siecznych były formowane. Nie wiadomym jest czy występuje również dalsze formowanie zębiny, ale badacze wykazali, że zębina nie jest tkanką homogenną i jej składniki białkowe zmieniają się wraz z dojrzewaniem struktury korzeni. Autorzy uważają, że badanie poziomu białek zębinowych płynu dziąsłowego, może dać wiele korzyści w prowadzeniu pacjentów ortodontycznych. George i Evans (2009) badali czy podczas resorpcji korzeni do płynu szczelin dziąsłowych wydzielają się markery kostne i zębinowe. Płyn kieszeni dziąsłowych był pobierany z mezjalnej i dystalnej strony każdego z czterech zębów siecznych górnych, a następnie poddany analizie western blot i ELISA. Analiza western blot wykazała różną ekspresję białek OPN (osteopontyna), OPG (osteoprotegryna) i RANKL (ligand aktywatora receptora jądrowego czynnika κ B) w grupie kontrolnej i grupach z resorpcją. Wykazano wyższą koncentrację białek OPG i RANKL w płynie szczelin dziąsłowych u pacjentów leczonych ortodontycznie. Stężenie RANKL było wyższe niż OPG w grupie badanej, ale niższe w grupie kontrolnej. Wyniki badań sugerują, że OPG jest lokalnie obecna w większej ilości niż RANKL w warunkach fizjologicznych, a zwiększona proporcja w ilości RANKL w stosunku do OPG w badanej grupie może być związana ze zwiększoną resorpcją kostną podczas ortodontycznego ruchu zębów. Identyfikacja markerów biologicznych do stworzenia testu przesiewowego może być bardzo przydatna do monitorowania resorpcji wierzchołkowej korzeni.

Z przedstawionego przeglądu piśmiennictwa badań różnych autorów wynika, że istnieje wiele metod oceny resorpcji wierzchołkowej korzeni zębów. Badania histologiczne lub pod mikroskopem skaningowym, dają dokładne wyniki, ale przeprowadzane są na zębach eksperymentalnie przesuwanych a następnie usuniętych. Ocena markerów biologicznych obecnych w kieszonkach przyzębnych nie jest badaniem rutynowo wykonywanym u pacjentów leczonych ortodontycznie. Ponadto ilość i skład płynu dziąsłowego zależy również od jakości tkanek przyzębia, a obecność w nim składników komórkowych i biochemicznych jest odzwierciedleniem toczących się w okolicy przyzębia procesów zapalnych. Jak dotąd, metody radiograficzne, choć wykazują liczne ograniczenia, są jedynymi metodami służącymi do opisania wielkości resorpcji korzeni u pacjentów poddanych leczeniu ortodontycznemu. Metody oceny oparte na analizie pantomogramów są najbardziej przydatne w diagnostyce resorpcji, ponieważradiogramy te są rutynowo wykonywane przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego oraz w trakcie wizyt kontrolnych. Ocena proporcji R/C (korzeń/korona) zamiast pomiarów bezwzględnych jest korzystna w badaniu radiologicznym. Tomografia komputerowa wykazuje dużą dokładność w określaniu wielkości resorpcji korzeni, nie jest ona jednak jak dotąd rutynowo wykonywana u pacjentów leczonych ortodontycznie.

2.3 Mikroskopowe badania resorpcji in vitro

Badania resorpcji korzeni przy użyciu mikroskopii świetlnej koncentrują się na kilku aspektach. Chan i Darendeliler (2005) badali zasięg resorpcji korzeni w miejscach zwiększonego ucisku i napięcia pod wpływem niskich i dużych sił ortodontycznych. U pacjentów stosowali oni siły niskie (25 g) lub wysokie (225 g) do policzkowego wychylania zębów. Materiał badany stanowiło 36 zębów przedtrzonowych poddanych działaniu siły przez okres 28 dni, a następnie usuniętych, jako część planu leczenia ortodontycznego. Autorzy wykazali znacznie większą resorpcję na powierzchni policzkowej w odcinku przyszyjkowym zębów, które poddali działaniu sił wysokich, w porównaniu do grupy sił niskich.

Chan i wsp. (2006) oceniali przydatność pomiarów 2D kraterów resorpcyjnych na korzeniach zębów przedtrzonowych po 28 dniach od zastosowania siły

ortodontycznej. Celem ich badania było stworzenie trójwymiarowego modelu matematycznego kraterów resorpcyjnych i przetworzenie obrazu dwuwymiarowego na obraz trójwymiarowy kraterów powstałych na skutek działania sił ortodontycznych niskich i dużych. Korzenie zębów były badane w mikroskopie elektronowym skaningowym, gdzie uzyskano obraz powierzchniowy (2D) i objętościowy (3D). Matematyczna analiza zależności między obrazem 2D i 3D umożliwiła stworzenie modelu cyfrowego odpowiadającego kształtem, typem i wymiarami kraterom resorpcyjnym i pozwoliła na odróżnienie modeli hemisferycznych od modeli warstwowych. Porównanie pomiarów powierzchniowych i objętościowych wykazało ścisłą zależność między nimi. Wyniki pomiarów powierzchniowych (2D) dały podobne rezultaty, co pomiarów objętościowych (3D). W obrębie badanych grup niskich i wysokich sił wyniki pomiarów były ze sobą ściśle związane. Rezultaty badań nad cyfrowym modelem kraterów resorpcyjnych wskazywały, że typowe kratery mają wygląd hemisferyczny, natomiast bardzo duże kratery – warstwowy. Konkludując autorzy badania podali, że w ocenie wielkości kraterów resorpcyjnych powstałych na skutek działania różnej wielkości sił przez 28 dni, pomiary dwuwymiarowe były równie wiarygodne jak pomiary trójwymiarowe.

Paetyanghul i wsp. (2011) porównywali wielkość kraterów resorpcyjnych po zadziałaniu małej i dużej siły w różnych odstępach czasu. Materiał badany stanowiły 54 zęby przedtrzonowe górne pochodzące od 36 pacjentów, u których zęby poddano eksperymentowi medycznemu, a następnie usunięto, jako część planu leczenia ortodontycznego. Zęby przedtrzonowe wychylane były dopoliczkowo przy użyciu dźwigni na łuku beta tytanowym o średnicy 0,016 cala wytwarzającej siłę 25 g oraz dźwigni na łuku beta tytanowym o średnicy 0,017 x 0,025 cala wytwarzającej siłę 225 g. Wielkość siły była oceniana przy użyciu siłomierza, a w celu wyeliminowania przeszkód zgryzowych zęby były rozklinowane. Materiał badany został podzielony na trzy grupy, w zależności od czasu działania siły: 4, 8 i 12 tygodni. Ząb po jednej stronie łuku był obciążany siłą 25 g, a ząb równoimienny po przeciwnej stronie łuku siłą 225 g. Po zakończeniu eksperymentu, zęby były usuwane i badane pod mikroskopem skaningowym. Badacze wykazali, że objętość kraterów resorpcyjnych zależy zarówno od wielkości przykładanej siły, jak i od długości jej trwania. Mniejsze siły powodują powstanie mniejszej resorpcji korzeni, niż siły duże. Małe siły nie powodują zwiększenia resorpcji do 8 tygodni działania siły, natomiast duże siły powodują znaczny wzrost resorpcji korzeni między 4 a 8 tygodniem od przyłożenia siły. Wielkość

resorpcji znacząco wzrasta między 8 a 12 tygodniem zarówno w grupie z przyłożoną większą, jak i mniejszą siłą ortodontyczną.

Bartley i wsp. (2011) badali resorpcję korzeni występującą po zadziałaniu siły wprowadzającej tork na łuku krawężnym o wielkości $2,5^0$ i 15^0 przez okres 4 tygodni. Materiał badany stanowiło 30 zębów przedtrzonowych pochodzących od 15 pacjentów, które po zakończeniu eksperymentu zostały usunięte, jako plan leczenia ortodontycznego i poddane badaniu pod mikroskopem skaningowym. Ząb przedtrzonowy po jednej stronie łuku był torkowany pod kątem $2,5^0$, a ząb jednoimienny po stronie przeciwnej pod kątem 15^0. Badacze wykazali, że resorpcja korzeni jest widoczna po 4 tygodniach od przyłożenia siły torkującej korzenie. Większa resorpcja była zauważalna w rejonie wierzchołkowym, niż w rejonie środkowym i przyszyjkowym. Większa siła torkująca może spowodować większą resorpcję, zwłaszcza w rejonie wierzchołkowym, co może doprowadzić do zmniejszenia długości korzenia i powstania niekorzystnej proporcji długości korony w stosunku do długości korzenia. Badacze konkludując stwierdzili, że występowanie resorpcji korzeni pod wpływem przykładanej siły jest zjawiskiem wieloczynnikowym i może nie być spowodowane jednym czynnikiem mechanicznym.

Badania *in vitro* umożliwiają wykonanie bardzo dokładnych analiz, jednakże ich przydatność kliniczna jest niska w porównaniu do zdjęć ortopantomograficznych, ponieważ materiałem badanym są zęby usunięte.

3. CEL PRACY

Resorpcja wierzchołkowa korzeni zębów jest zjawiskiem mającym wpływ na integralność uzębienia. Wyniki wcześniejszych badań, jak i własne doświadczenia z praktyki ortodontycznej, potwierdzają konieczność zwrócenia bacznej uwagi na zmiany długości korzeni zębów, które mogą wystąpić na skutek obciążenia zębów elementami aparatu stałego. Dane dotyczące resorpcji korzeni zębów po przyłożeniu siły ortodontycznej w odniesieniu do różnych sekwencji zębowych są w piśmiennictwie polskim śladowe. Informacje dotyczące wpływu wieku pacjentów na wielkość resorpcji korzeni zębów odcinka przedniego i bocznego jamy ustnej są niejednoznaczne. W piśmiennictwie wyraźnie brakuje badań oryginalnych, w których dokonywano by analizy wielkości resorpcji korzeni wszystkich zębów, do których przykładana jest siła ortodontyczna u pacjentów podzielonych na grupy wiekowe pomiędzy 15 a 55 rokiem życia. W związku z tym w prezentowanej pracy podjęto próbę oceny wpływu obciążania zębów elementami aparatu stałego na długość ich korzeni oraz porównania stopnia resorpcji korzeni w zależności od wieku i wady zgryzu opartej na klasyfikacji Angle'a.

W pracy postawiono następujące pytania badawcze:

1. Czy występują różnice w długości korzeni zębów na zdjęciach pantomograficznych wykonywanych przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego i po upływie co najmniej 6 miesięcy od obciążenia zębów elementami aparatu stałego?
2. Czy istnieją różnice w wielkości resorpcji korzeni zębów w poszczególnych sekwencjach zębowych?
3. Czy wiek pacjentów, w momencie rozpoczynania leczenia ortodontycznego jest czynnikiem wpływającym na wielkość resorpcji korzeni zębów w różnych sekwencjach zębowych?
4. Czy w grupach wiekowych wielkość resorpcji korzeni różni się w zależności od wady zgryzu opartej na klasyfikacji Angle,a?

Cele szczegółowe pracy:

1. Ocena długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona na zdjęciach pantomograficznych wykonywanych:
   - przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego (T_0)
   - po 6 do 12 miesiącach od przyłożenia siły ortodontycznej do zębów (T_1)

   u pacjentów należących do trzech różnych grup wiekowych (gr. 1, 2, 3).
2. Porównanie długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona w czasie T_0 i T_1pomiędzy poszczególnymi sekwencjami zębowymi.
3. Porównanie długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona w czasie T_0 i T_1pomiędzy poszczególnymi sekwencjami zębowymiw zależności od wieku pacjentów, w którym rozpoczynane było leczenie ortodontyczne.
4. Porównanie długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona w czasie T_0 i T_1pomiędzy poszczególnymi sekwencjami zębowymi u pacjentów należących do trzech różnych grup wiekowych (gr. 1, 2, 3) w zależności od wady zgryzu opartej na klasyfikacji Angle'a (I i II klasa Angle'a).

4. MATERIAŁ I METODYKA

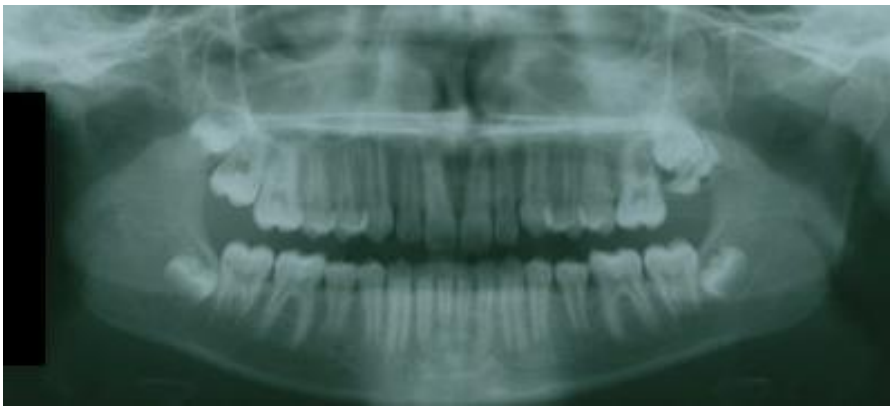
4.1 Materiał

Materiał badany stanowiła dokumentacja ortodontyczna, radiologiczna i modele diagnostyczne 55 pacjentów w wieku od 15 do 55 lat leczonych w Poradni Ortodontycznej Katedry i Kliniki Ortopedii Szczękowej i Ortodoncji Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, w latach 2000 – 2012. Do pracy dokonano wyboru pacjentów spośród większej liczby 168 pacjentów leczonych w tym okresie aparatami stałymi. Kryteriami, na podstawie których następowała kwalifikacja do badania były:

- obecność aparatu stałego na jednym i/lub obu łukach zębowych
- posiadanie pełnej dokumentacji medycznej (badanie anamnestyczne, badanie kliniczne, zdjęcia pantomograficzne i telerentgenowskie boczne głowy, modele diagnostyczne)

Z badania wykluczono dokumentację 113 pacjentów, u których wystąpiły następujące zaburzenia

- powtórne leczenie ortodontyczne aparatem stałym
- zęby z dilaceracją korzeni
- oligodoncja
- zatrzymane kły
- uraz zębów z wywiadu
- zęby z nieuformowanymi wierzchołkami korzeni



Ryc.1 Zdjęcie pantomograficzne pacjenta z nieukończonym rozwojem wierzchołków korzeni przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego

Ryc.2 Zdjęcie pantomograficzne tego samego pacjenta w trakcie aktywnej fazy leczenia ortodontycznego

Z badania wykluczono również dokumentację pacjentów z III klasą Angle'a i ze zgryzem otwartym, ze względu na małą ilość przypadków oraz dokumentację pacjentów, w której zdjęcia pantomograficzne były nieczytelne:

- niewyraźne kontury korzeni i koron zębów
- brak wyraźnego połączenia szkliwno-cementowego
- zmiany kształtu koron, np. odbudowa protetyczna, uniemożliwiające porównanie długości koron na zdjęciach wyjściowych i kontrolnych

Dokumentację pacjentów podzielono w zależności od wieku rozpoczęcia terapii ortodontycznej na trzy grupy wiekowe. Spośród pełnej bazy dokumentacji pacjentów leczonych wybrano te przypadki, które spełniały następujące wymagania: pacjenci leczeni byli przeze mnie, posiadali pełną dokumentację medyczną, w tym zdjęcie pantomograficzne wyjściowe i wykonane po upływie od 6 do 12 miesięcy od

rozpoczęcia leczenia. Ostateczna liczba pacjentów ujętych w badaniach wyniosła 55. Pierwszą grupę badaną (gr.1) stanowiła młodzież między 15 a 20 rokiem życia (21 pacjentów, w tym 11 pacjentów z I klasą Angle'a, 10 pacjentów z II klasą Angle'a), drugą grupę (gr.2) stanowili młodzi dorośli między 20 a 25 rokiem życia (17 pacjentów, w tym 11 pacjentów z I klasą Angle'a, 6 pacjentów z II klasą Angle'a), trzecią grupę (gr.3) stanowiły osoby dorosłe powyżej 25 roku życia (17 pacjentów, w tym 9 pacjentów z I klasą Angle'a, 8 pacjentów z II klasą Angle'a).

Tab. 1 Liczebność pacjentów w poszczególnych grupach wiekowych.

Klasyfikacja Angle'a	**Liczba pacjentów**			**Ogółem**
	młodzież	młodzi dorośli	dorośli	
	21	17	17	55
Pacjenci I kl. Angle'a	11	11	9	31
Pacjenci II kl. Angle'a	10	6	8	24

Tab.2 Liczba ocenianych zębów w poszczególnych grupach wiekowych i ogółem

Liczba ocenianych zębów w poszczególnych grupach wiekowych			**Ogółem**
młodzież	młodzi dorośli	dorośli	
950	740	676	2366

4.2 Metodyka

Zgodnie z informacjami zawartymi w przeglądzie piśmiennictwa, dotyczącymi metodyki oceny resorpcji wierzchołkowej korzeni zębów metodyka badania obejmowała:

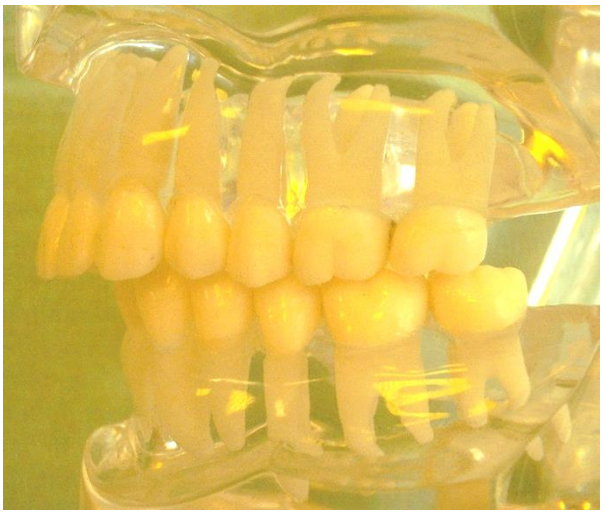
1. Badanie podmiotowe i przedmiotowe pacjenta

Badanie anamnestyczne i kliniczne przeprowadzane było w celu zebrania danych osobowych pacjenta, przeprowadzenia pełnej diagnostyki wady, sporządzenia planu leczenia ortodontycznego, potwierdzenia czasu rozpoczęcia terapii ortodontycznej, przebiegu wizyt kontrolnych (aneks załącznik 1). U każdego pacjenta wykonywano również analizę cefalometryczną telerengenogramów bocznych głowy. Analiza ta była konieczna do postawienia prawidłowego rozpoznania ortodontycznego i zaplanowania leczenia. Telerengenogramy boczne głowy nie były wykorzystywane do pomiarów długości korzeni i koron zębów. Plan leczenia był indywidualnie dobierany dla każdego pacjenta, rodzaj terapii (ekstrakcyjna lub nieekstrakcyjna) był wybierany po przeanalizowaniu dokumentacji medycznej pacjenta.

2. Badanie modeli diagnostycznych

Przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego dokonywano oceny położenia zębów trzonowych względem siebie na modelach diagnostycznych.

Ryc.3.Typodont diagnostyczny – I klasa Angle'a -guzek policzkowy bliższy zęba trzonowego górnego wpada w bruzdę międzyguzkową pierwszego zęba trzonowego dolnego.

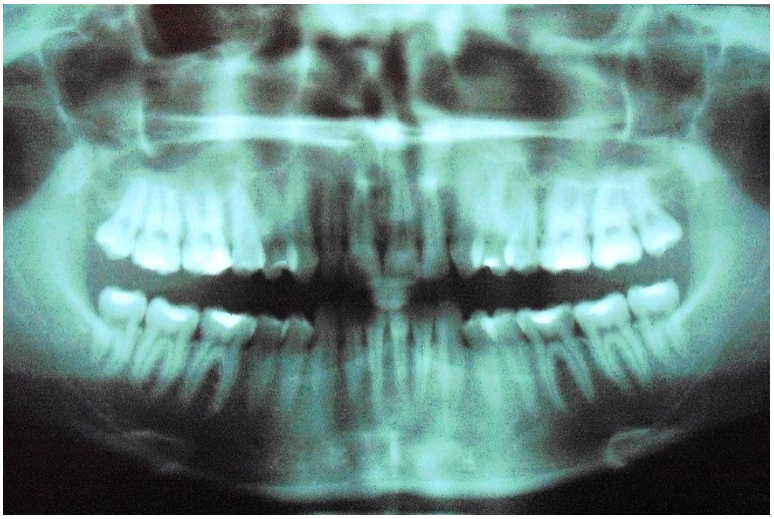


Ryc. 4 Typodont diagnostyczny - II klasa Angle'e - guzek policzkowy bliższy zęba trzonowego górnego wpada w przestrzeń między dolnym drugim zębem przedtrzonowym i pierwszym zębem trzonowym

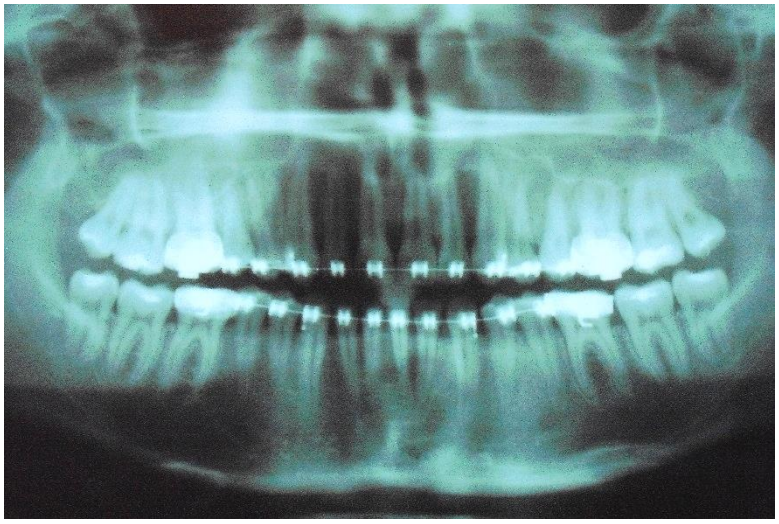
3. Badanie radiologiczne wykorzystywane do zebrania danych do analizy statystycznej

Dokonywano analizy pantomogramu wyjściowego i wykonanego w trakcie aktywnej fazy leczenia w czasie od 6 do 12 miesięcy od rozpoczęcia leczenia aparatem stałym. Czas wykonania zdjęcia kontrolnego był zależny od zaawansowania leczenia ortodontycznego. W przypadkach, w których równoczasowo przeprowadzano montaż aparatu stałego na łuk górny i dolny zdjęcia kontrolne wykonywane były po upływie 6 miesięcy. W przypadkach, w których oba aparaty stałe nie były zakładane w tym samym czasie, wykonanie zdjęcia kontrolnego odraczano do czasu uzyskania pełnej niwelizacji łuków zębowych, który następował nie później niż po upływie 12 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego. Na zdjęciach pantomograficznych dokonywano oceny długości korzeni i koron wszystkich zębów obciążonych elementami aparatu stałego to jest takich, do których przykładana była siła ortodontyczna, za wyjątkiem drugich i trzecich zębów trzonowych w łuku górnym i/lub dolnym. W przypadku zębów jednokorzeniowych mierzono długość korzenia od połączenia szkliwno-cementowego do wierzchołka korzenia. W zębach dwukorzeniowych mierzono długość korzenia policzkowego, a w zębach wielokorzeniowych dokonywano pomiaru najdłuższego korzenia policzkowego. W badanej grupie znaleźli się pacjenci, u których plan leczenia zakładał ekstrakcję zębów

przedtrzonowych lub trzonowych oraz pacjenci z brakami zębowymi. W tych przypadkach zęby te nie były włączone do pomiarów.

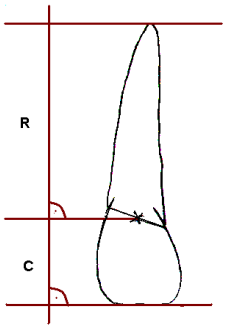


Ryc. 5 Zdjęcie pantomograficzne pacjentki K.B. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego



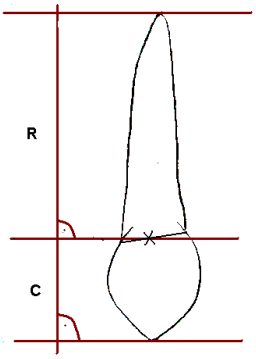
Ryc. 6 Zdjęcie pantomograficzne tej samej pacjentki K.B. w trakcie aktywnej fazy leczenia ortodontycznego

Do badania użyto metody Linda (1972). Wysokość korony i długość korzenia była mierzona przy użyciu suwmiarki elektronicznej kalibrowanej (150 mm, Limit). Połączenie pomiędzy koroną i korzeniem znajdowało się w połowie linii prostej przebiegającej na połączeniu szkliwno-cementowym.



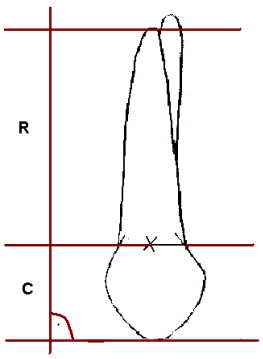
Ryc. 7 Metoda pomiaru długości korzenia i korony dla zębów siecznych R –długość korzenia, C-wysokość korony

Dla zębów siecznych wysokość korony (C) była mierzona od połączenia szkliwno-cementowego do linii siecznej, długość korzenia (R) była mierzona od linii szkliwno-cementowej do punktu znajdującego się na wierzchołku korzenia.



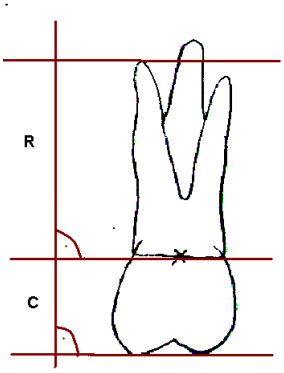
Ryc.8 Metoda pomiaru długości korzenia i korony dla kłów R –długość korzenia, C-wysokość korony

Dla kłów wysokość korony (C) była mierzona od połączenia szkliwno-cementowego do punktu siecznego, długość korzenia (R) była mierzona od linii szkliwno-cementowej do punktu znajdującego się na wierzchołku korzenia.



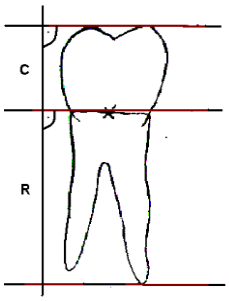
Ryc. 9 Metoda pomiaru długości korzenia i korony dla zębów przedtrzonowych R-długość korzenia, C-wysokość korony

Dla zębów przedtrzonowych wysokość korony (C) była mierzona od połączenia szkliwno-cementowego do guzka policzkowego, długość korzenia (R) była mierzona od linii szkliwno-cementowej do wierzchołka korzenia policzkowego.



Ryc. 10 Metoda pomiaru długości korzenia i korony dla zębów trzonowych górnych R –długość korzenia, C-wysokość korony

Dla zębów trzonowych górnych wysokość korony (C) była mierzona od połączenia szkliwno-cementowego do linii łączącej guzki policzkowe, długość korzenia (R) była mierzona od linii szkliwno-cementowej do wierzchołka najdłuższego korzenia policzkowego.



Ryc. 11 Metoda pomiaru długości korzenia i korony dla zębów trzonowych dolnych
R –długość korzenia, C-wysokość korony

Dla zębów trzonowych dolnych, wysokość korony (C) była mierzona od połączenia szkliwno-cementowego do linii łączącej guzki policzkowe, długość korzenia (R) była mierzona od linii szkliwno-cementowej do wierzchołka korzenia bliższego.

Następnie obliczano wskaźnik korzeń/korona, nazywany zamiennie indeksem, zaproponowany przez Hölttä i wsp. (2004) zgodnie ze wzorem:

$$I = \frac{R}{C}$$

gdzie: I- indeks, R - korzeń, C – korona

Autorzy ci w swoim badaniu, opartym na analizie zębów niepoddanych działaniu sił ortodontycznych potwierdzili, że ocena wskaźnika korzeń/korona może być dokonywana na podstawie analizy zdjęć pantomograficznych z odpowiednią powtarzalnością. Potwierdzili oni również, że zmodyfikowana metoda Linda z 1972 roku może być użyta do oceny skrócenia korzeni u pacjentów poddanych leczeniu ortodontycznemu. Przedstawienie porównania wskaźnika, w odróżnieniu od pomiarów linearnych długości korzeni jest bardziej miarodajne w przypadku badań opartych na zdjęciach pantomograficznych. Zmiany angulacji zęba, które mogą zaburzyć ocenę długości zęba na radiogramie, nie są tak istotne przy ocenie wskaźnika korzeń/korona. Zdjęcia wykonane przy użyciu różnych aparatów radiograficznych mogą różnić się również powiększeniem obrazu. Jednakże korzeń i korona leżą w tej samej płaszczyźnie wertykalnej, dlatego różnice w powiększeniu nie mają zwykle wpływu na wielkość wskaźnika korzeń/korona. Korzenie podniebienne zębów wielokorzeniowych zostały ominięte w tym badaniu, ze względu na zmianę angulacji w odniesieniu do koron.

Na potrzeby niniejszej pracy przygotowano indywidualną kartę pomiarów długości koron i korzeni zębów. W karcie tej zapisywano długości koron i korzeni zębów w milimetrach zmierzone suwmiarką elektroniczna z dokładnością 0,01mm ze

zdjęć pantomograficznych wykonywanych przed leczeniem i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego oraz obliczano wskaźnik korona-korzeń, nazywany zamiennie indeksem.

Dla lepszego zobrazowania wyników dokonano następującego podziału badanych sekwencji zębowych:

- Zęby trzonowe górne i dolne (16, 26, 36, 46)
- Zęby przedtrzonowe górne i dolne (15, 14, 25, 24, 35, 34, 45, 44)
- Kły górne i dolne (13, 23, 33, 43)
- Zęby sieczne górne przyśrodkowe (11, 21)
- Zęby sieczne górne boczne (12, 22)
- Zęby sieczne dolne przyśrodkowe i boczne (32, 31, 41, 42)

4.3 Analiza statystyczna

Analizę statystyczną wykonano według metod i procedur opisanych przez Jędrychowskiego i Penar (2001). Opracowanie statystyczne przeprowadzono za pomocą pakietu statystycznego Statistica 9.1 (Statsoft) w Zakładzie Metod Ilościowych i Finansów Katedry Finansów i Rachunkowości Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. W celu scharakteryzowania badanych cech (R – długość korzenia, C – długość korony zęba i Indeks – wskaźnik korzeń/korona) w obrębie wyszczególnionych grup pacjentów: młodzieży (grupa 1), młodych dorosłych (grupa 2) i dorosłych (grupa3) wyznaczono odpowiednie statystyki opisowe:

- wartość minimalną – najmniejszą wartość obserwacji w danej grupie pacjentów,
- kwartyl dolny – wartość obserwacji, której nie przekroczyło 25% ogółu pacjentów,
- medianę (medianę brzegową) – wartość obserwacji, której nie przekroczyło 50% ogółu pacjentów,
- średnią arytmetyczną – wartość opisującą przeciętny (tj. średni) poziom badanej cechy,
- kwartyl górny – wartość obserwacji, której nie przekroczyło 75% ogółu pacjentów,
- wartość maksymalną – największą wartość obserwacji w danej grupie pacjentów,

- odchylenie standardowe – określa w liczbach bezwzględnych rozproszenie (rozrzut) obserwacji wokół średniej,
- współczynnik zmienności – określa w liczbach względnych zmienność (zróżnicowanie) analizowanej cechy. W przypadku, gdy współczynnik zmienności jest mniejszy od 10%, to mówimy o małej zmienności, od 10% do 30% – o średniej zmienności, od 30% do 50% – o dużej zmienności, a gdy przekracza 50% – o bardzo dużej zmienności.

Do oceny statystycznie istotnych różnic dla poszczególnych sekwencji zębowych między czasem T0 i T1 w poszczególnych grupach pacjentów zastosowano test t-Studenta dla prób zależnych, ponieważ pomiary dokonywano na tych samych pacjentach po upływie określonego czasu. Z kolei dla stwierdzenia, czy występują istotne różnice dla poszczególnych sekwencji zębowych pomiędzy badanymi grupami pacjentów użyto jednoczynnikowej analizy wariancji dla prób zależnych. W przypadku występowania statystycznie istotnych różnic, określono pomiędzy którymi grupami pacjentów te różnice wystąpiły. Wyniki były oceniane jako istotne statystycznie przy poziomie istotności $p<0,05$ tj. prawdopodobieństwie odrzucenia hipotezy zerowej pomimo, że jest ona prawdziwa.

5. WYNIKI

5.1 Wyniki pomiarów długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona na pantomogramach wyjściowych i kontrolnych dla grupy młodzieży (wiek 15-20 lat)

Wyniki pomiarów długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona w czasie T_0 i T_1 dla grupy młodzieży zestawiono w tabelach od 3 do 8.

Tab. 3 Długości korzeni zębów trzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, w grupie młodzieży - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	75	15,29	<0,001	2,46	10,23	21,05	15,54
T_1 R	75	14,97		2,46	9,97	20,90	15,10
T_0 I	75	1,98	<0,001	0,25	1,57	2,71	1,97
T_1 I	75	1,93		0,25	1,41	2,67	1,92

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I –wskaźnik korzeń/korona

W tabeli 3 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów trzonowych w grupie młodzieży w czasie T0 i T1. W czasie T0 średnia długość korzeni wynosiła 15,29 mm (±2,46), a w czasie T1 14,97 mm (±2,46), średnia wartość indeksu w czasie T0 wynosiła 1,98 (±0,25), a w czasie T1 1,93 (±0,25). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów trzonowych i zmniejszenie wartości indeksu I w grupie młodzieży ($p<0,05$).

Tab. 4 Długości korzeni zębów przedtrzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, w grupie młodzieży - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	158	15,18	<0,05	2,39	10,52	21,60	15,38
T_1 R	158	14,76		2,33	10,42	21,60	14,90
T_0 I	158	1,96	<0,05	0,22	1,47	2,45	2,01
T_1 I	158	1,90		0,21	1,46	2,43	1,93

T0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 4 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów przedtrzonowych w grupie młodzieży w czasie T0 i T1. W czasie T0 średnia długość korzeni wynosiła 15,18 mm (±2,39), a w czasie T1 14,76 mm (±2,33), średnia wartość indeksu w czasie T0 wynosiła 1,96 (±0,22), a w czasie T1 1,90 (±0,21). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów przedtrzonowych i zmniejszenie wartości indeksu w grupie młodzieży ($p<0,05$).

Tab. 5 Długości korzeni kłów i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, w grupie młodzieży - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	80	18,01	<0,05	2,02	14,16	24,09	18,05
T_1 R	80	17,46		1,99	13,52	23,73	17,35
T_0 I	80	2,00	<0,05	0,19	1,63	2,51	2,03
T_1 I	80	1,94		0,18	1,58	2,47	1,94

T0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 5 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla kłów w grupie młodzieży w czasie T0 i T1. W czasie T0 średnia długość korzeni wynosiła 18,01 mm (±2,02), a w czasie T1 17,46mm (±1,99), średnia wartość indeksu

w czasie T0 wynosiła 2,00 (±0,19), a w czasie T1 1,94 (±0,18).Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni kłów w grupie młodzieży (p<0,05).

Tab. 6 Długości korzeni zębów siecznych przyśrodkowych górnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, w grupie młodzieży - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	41	16,08	<0,05	2,78	10,84	21,23	15,37
T_1 R	41	15,41		2,72	9,91	20,24	14,98
T_0 I	41	1,71	<0,05	0,17	1,27	2,09	1,69
T_1 I	41	1,64		0,17	1,16	2,01	1,62

T0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 6 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów siecznych przyśrodkowych górnych w grupie młodzieży w czasie T0 i T1. W czasie T0 średnia długość korzeni wynosiła 16,08mm (±2,78), a w czasie T1 15,41mm (±2,72), średnia wartość indeksu w czasie T0 wynosiła 1,71 (±0,17), a w czasie T1 1,64 (±0,17).Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów siecznych przyśrodkowych i zmniejszenie indeksu w grupie młodzieży (p<0,05).

Tab. 7 Długości korzeni zębów siecznych bocznych górnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, w grupie młodzieży - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	42	14,55	<0,05	2,21	10,41	18,97	14,35
T_1 R	42	13,85		2,13	9,32	18,01	13,84
T_0 I	42	1,78	<0,05	0,19	1,38	2,34	1,79
T_1 I	42	1,69		0,18	1,24	2,22	1,70

T0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 7 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów siecznych bocznych górnych w grupie młodzieży w czasie T0 i T1. W czasie T0 średnia długość korzeni wynosiła 14,55mm (±2,21), a w czasie T1 13,85 mm

(±2,13), średnia wartość indeksu w czasie T0 wynosiła 1,78 (±0,19), a w czasie T1 1,69 (±0,18). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów siecznych bocznych w grupie młodzieży ($p<0,05$).

Tab.8 Długości korzeni zębów siecznych dolnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy młodzieży - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	76	14,08	<0,05	2,16	10,16	19,05	14,13
T_1 R	76	13,36		2,13	9,96	18,51	13,20
T_0 I	76	2,01	<0,05	0,27	1,58	2,68	2,03
T_1 I	76	1,91		0,25	1,51	2,55	1,91

T0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 8 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów siecznych dolnych w grupie młodzieży w czasie T0 i T1. W czasie T0 średnia długość korzeni wynosiła 14,08 mm (±2,16), a w czasie T1 13,36 mm (±2,13), średnia wartość indeksu w czasie T0 wynosiła 2,01 (±0,27), a w czasie T1 1,91 (±0,25). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów siecznych dolnych w grupie młodzieży ($p<0,05$).

5.1.1 Wyniki pomiarów długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona na pantomogramach wyjściowych i kontrolnych dla grupy młodzieży (wiek 15-20 lat) w wadzie zgryzu I klasy Angle'a

Wyniki pomiarów długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona w czasie T_0 i T_1w grupie1 w wadzie zgryzu I klasy Angle'a zestawiono w tabelach od 9 do 14.

Tab. 9 Długości korzeni zębów trzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie młodzieży, w I klasie Angle'a - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	35	15,47	<0,05	2,35	10,23	19,38	15,62
T_1 R	35	15,09		2,38	9,97	19,16	15,19
T_0 I	35	1,97	<0,05	0,24	1,57	2,45	1,87
T_1 I	35	1,93		0,25	1,41	2,42	1,86

T0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 9 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów trzonowych w grupie młodzieży w czasie T0 i T1, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a. W czasie T0 średnia długość korzeni wynosiła 15,47 mm (±2,35), a w czasie T1 15,09 mm (±2,38), średnia wartość indeksu w czasie T0 wynosiła 1,97 (±0,24), a w czasie T1 1,93(±,25). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów trzonowych i zmniejszenie wartości indeksu w grupie młodzieży ($p<0,05$).

Tab. 10 Długości korzeni zębów przedtrzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie młodzieży, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	78	14,95	<0,05	2,45	10,52	20,45	15,37
T_1 R	78	14,61		2,39	10,42	20,26	14,83
T_0 I	78	1,94	<0,05	0,24	1,47	2,43	1,92
T_1 I	78	1,90		0,23	1,46	2,37	1,85

T0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 10 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów przedtrzonowych w grupie młodzieży w czasie T0 i T1, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a. W czasie T0 średnia długość korzeni wynosiła 14,95 mm (±2,45), a w czasie T1 14,61 mm (±2,39), średnia wartość indeksu w czasie T0 wynosiła

1,94 (±0,24), a w czasie T1 1,90 (±0,23). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów przedtrzonowych i zmniejszenie wartości indeksu w grupie młodzieży, w I kl. Angle'a ($p<0,05$).

Tab. 11 Długości korzeni kłów i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie młodzieży, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	40	18,32	<0,05	2,01	14,47	24,09	18,28
T_1 R	40	17,80		2,03	13,52	23,73	17,65
T_0 I	40	2,00	<0,05	0,20	1,69	2,51	1,97
T_1 I	40	1,94		0,19	1,66	2,47	1,93

T0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 11 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla kłów w grupie młodzieży w czasie T0 i T1, wadzie zgryzu I klasy Angle'a. W czasie T0 średnia długość korzeni wynosiła 18,32 mm (±2,01), a w czasie T1 17,80 mm (±2,03), średnia wartość indeksu w czasie T0 wynosiła 2,00 (±0,20), a w czasie T1 1,94 (±0,19). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni kłów w grupie młodzieży ($p<0,05$).

Tab. 12 Długości korzeni zębów siecznych przyśrodkowych górnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie młodzieży, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	21	15,47	<0,05	2,76	10,84	21,23	15,20
T_1 R	21	14,86		2,75	9,91	19,56	14,78
T_0 I	21	1,64	<0,05	0,14	1,27	1,94	1,63
T_1 I	21	1,56		0,15	1,16	1,73	1,59

T0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 12 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów siecznych przyśrodkowych górnych w grupie młodzieży w czasie T0 i T1, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a. W czasie T0 średnia długość korzeni wynosiła 15,47mm (±2,76), a w czasie T1 14,86 mm (±2,75), średnia wartość indeksu w czasie T0 wynosiła 1,64 (±0,14), a w czasie T1 1,56 (±0,15). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów siecznych przyśrodkowych w grupie młodzieży ($p<0,05$).

Tab. 13 Długości korzeni zębów siecznych bocznych górnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie młodzieży, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	**N**	**Średnia arytmetyczna**	**Poziom istotności testu p**	**Odchylenie standardowe**	**Minimum**	**Maksimum**	**Mediana brzegowa**
T_0 R	22	14,55	<0,05	2,33	10,41	18,31	14,35
T_1 R	22	13,86		2,33	9,32	17,30	13,70
T_0 I	22	1,77	<0,05	0,16	1,38	2,09	1,79
T_1 I	22	1,68		0,18	1,24	2,08	1,72

T0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 13 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów siecznych bocznych górnych w grupie młodzieży w czasie T_0 i T_1, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 14,55mm (±2,33), a w czasie T_1 13,86 mm (±2,33), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,77 (±0,16), a w czasie T_1 1,68 (±0,18). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów siecznych bocznych w grupie młodzieży ($p<0,05$).

Tab. 14 Długości korzeni zębów siecznych dolnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie młodzieży, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	36	13,67	<0,05	1,78	10,35	16,90	13,74
T_1 R	36	13,05		1,85	10,10	16,26	12,60
T_0 I	36	1,97	<0,05	0,23	1,58	2,48	2,05
T_1 I	36	1,88		0,25	1,51	2,41	1,92

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 14 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów siecznych dolnych w grupie młodzieży w czasie T_0 i T_1, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 13,67 mm (±1,78), a w czasie T_1 13,05 mm (±1,85), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,97 (±0,23), a w czasie T_1 1,88 (±0,25). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów siecznych dolnych w grupie młodzieży ($p<0,05$)

5.1.2 Wyniki pomiarów długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona na pantomogramach wyjściowych i kontrolnych dla grupy młodzieży (wiek 15-20 lat) w wadzie zgryzu II klasy Angle'a

Wyniki pomiarów długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona w czasie T_0 i T_1 dla grupy 1w wadzie zgryzu II klasy Angle'a zestawiono w tabelach od 15 do 20.

Tab. 15 Długości korzeni zębów trzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie młodzieży, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	36	15,16	<0,05	2,44	11,02	21,05	15,50
T_1 R	36	14,88		2,42	11,02	20,90	15,07
T_0 I	36	1,97	<0,05	0,23	1,57	2,71	2,00
T_1 I	36	1,93		0,23	1,57	2,67	1,96

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 15 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów trzonowych w grupie młodzieży w czasie T0 i T1, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a. W czasie T0 średnia długość korzeni wynosiła 15,16 mm (±2,44), a w czasie T1 14,88 mm (±2,42), średnia wartość indeksu w czasie T0 wynosiła 1,97 (±0,23), a w czasie T1 1,93 (±0,23). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów trzonowych w grupie młodzieży ($p<0,05$).

Tab. 16 Długości korzeni zębów przedtrzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie młodzieży, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	72	15,43	<0,05	2,39	11,77	21,60	15,33
T_1 R	72	14,91		2,34	11,17	21,60	14,90
T_0 I	72	1,97	<0,05	0,20	1,64	2,45	2,03
T_1 I	72	1,90		0,18	1,62	2,43	1,95

T0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 16 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów przedtrzonowych w grupie młodzieży w czasie T_0 i T_1, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 15,43 mm (±2,39), a w

czasie T_1 14,91 mm (±2,34), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,97 (±0,20), a w czasie T_1 1,90 (±0,18). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów przedtrzonowych w grupie młodzieży ($p<0,05$).

Tab. 17 Długości korzeni kłów i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie młodzieży, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	36	17,74	<0,05	2,11	14,16	23,97	17,65
T_1 R	36	17,17		2,01	13,66	23,53	16,95
T_0 I	36	1,99	<0,05	0,18	1,63	2,31	2,04
T_1 I	36	1,94		0,17	1,58	2,25	1,92

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 17 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla kłów w grupie młodzieży w czasie T_0 i T_1, wadzie zgryzu II klasy Angle'a. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 17,74 mm (±2,11), a w czasie T1 17,17 mm (±2,01), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,99 (±0,18), a w czasie T_1 1,94 (±0,17). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni kłów w grupie młodzieży, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a ($p<0,05$).

Tab. 18 Długości korzeni zębów siecznych przyśrodkowych górnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie młodzieży, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	18	16,51	<0,05	2,79	12,33	20,77	15,19
T_1 R	18	15,78		2,71	12,06	20,24	14,85
T_0 I	18	1,77	<0,05	0,15	1,51	2,04	1,75
T_1 I	18	1,69		0,15	1,48	2,01	1,65

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 18 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów siecznych przyśrodkowych górnych w grupie młodzieży w czasie T_0 i T_1, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 16,51mm (±2,79), a w czasie T_1 15,78 mm (±2,71), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,77 (±0,15), a w czasie T_1 1,69 (±0,15). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów siecznych przyśrodkowych w grupie młodzieży, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a ($p<0,05$).

Tab. 19 Długości korzeni zębów siecznych bocznych górnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia grupie młodzieży, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	18	14,30	<0,05	2,06	11,23	18,97	13,94
T_1 R	18	13,61		1,90	10,79	18,01	13,52
T_0 I	18	1,76	<0,05	0,20	1,47	2,34	1,71
T_1 I	18	1,67		0,19	1,43	2,22	1,61

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 19 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów siecznych bocznych górnych w grupie młodzieży w czasie T_0 i T_1, w II kl. Angle'a. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 14,30mm (±2,06), a w czasie T_1 13,61 mm (±1,90), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,76 (±0,20), a w czasie T1 1,67 (±0,19). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów siecznych bocznych w grupie młodzieży, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a ($p<0,05$).

Tab. 20 Długości korzeni zębów siecznych dolnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie młodzieży, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	36	14,15	<0,05	2,35	10,16	19,05	14,43
T_1 R	36	13,32		2,25	9,96	18,51	13,14
T_0 I	36	1,98	<0,05	0,24	1,59	2,44	1,96
T_1 I	36	1,87		0,18	1,52	2,19	1,88

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 20 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów siecznych dolnych w grupie młodzieży w czasie T_0 i T_1, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 14,15 mm (±2,35), a w czasie T_1 13,32 mm (±2,25), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,98 (±0,24), a w czasie T_1 1,87 (±0,18). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów siecznych dolnych w grupie młodzieży, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a ($p<0,05$).

5.2 Wyniki pomiarów długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona na pantomogramach wyjściowych i kontrolnych dla grupy młodych dorosłych (wiek 20-25 lat)

Wyniki pomiarów długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona w czasie T_0 i T_1 dla grupy 2 zestawiono w tabelach od 21 do 26.

Tab. 21 Długości korzeni zębów trzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie młodych dorosłych - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	54	15,16	<0,05	2,15	10,06	20,05	15,45
T_1 R	54	14,63		2,13	9,48	19,12	14,49
T_0 I	54	1,89	<0,05	0,24	1,24	2,47	1,99
T_1 I	54	1,83		0,23	1,17	2,35	1,89

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 21 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów trzonowych w grupie młodych dorosłych w czasie T_0 i T_1. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 15,16 mm (±2,15), a w czasie T1 14,63 mm (±2,13), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,89 (±0,24), a w czasie T_1 1,83 (±0,23). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów trzonowych w grupie młodych dorosłych ($p<0,05$).

Tab. 22 Długości korzeni zębów przedtrzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie młodych dorosłych - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	117	15,41	<0,05	1,71	11,71	20,11	15,35
T_1 R	117	14,78		1,62	11,39	19,13	14,80
T_0 I	117	2,06	<0,05	0,22	1,61	2,55	2,04
T_1 I	117	1,98		0,21	1,52	2,47	2,01

T0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I – indeks

W tabeli 22 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów przedtrzonowych w grupie młodych dorosłych w czasie T_0 i T_1. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 15,41 mm (±1,71), a w czasie T_1 14,78 mm (±1,62), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 2,06 (±0,22), a w czasie T_1 1,98 (±0,21).

Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów trzonowych w grupie młodych dorosłych ($p<0,05$).

Tab. 23 Długości korzeni kłów i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie młodych dorosłych - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	64	17,89	<0,05	2,32	11,08	25,70	18,10
T_1 R	64	17,03		2,27	9,22	24,02	17,19
T_0 I	64	2,11	<0,05	0,25	1,64	3,01	2,14
T_1 I	64	2,01		0,25	1,39	2,81	2,01

T0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 23 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla kłów w grupie młodych dorosłych w czasie T_0 i T_1. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 17,89 mm (±2,32), a w czasie T_1 17,03 mm (±2,27), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 2,11 (±0,25), a w czasie T_1 2,01 (±0,25). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni kłów w grupie młodych dorosłych ($p<0,05$).

Tab. 24 Długości korzeni zębów siecznych górnych przyśrodkowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie młodych dorosłych - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	34	14,46	<0,05	1,90	10,86	18,81	13,93
T_1 R	34	13,52		1,82	9,73	17,66	13,06
T_0 I	34	1,69	<0,05	0,21	1,32	2,16	1,62
T_1 I	34	1,58		0,20	1,18	2,01	1,52

T0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 24przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów siecznych górnych przyśrodkowych w grupie młodych dorosłych w czasie T_0 i T_1. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 14,46 mm (±1,90), a w czasie T_1 13,52 mm (±1,82), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,69 (±0,21), a w czasie T_1 1,58 (±0,20). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów siecznych górnych przyśrodkowych w grupie młodych dorosłych ($p<0,05$).

Tab. 25 Długości korzeni zębów siecznych górnych bocznych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie młodych dorosłych - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	34	13,44	<0,05	1,78	10,49	17,19	12,94
T_1 R	34	12,58		1,78	9,63	16,40	11,96
T_0 I	34	1,77	<0,05	0,21	1,39	2,19	1,73
T_1 I	34	1,66		0,21	1,28	2,09	1,60

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 25 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów siecznych górnych bocznych w grupie młodych dorosłych w czasie T_0 i T_1. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 13,44 mm (±1,78), a w czasie T_1 12,58 mm (±1,78), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,77 (±0,21), a w czasie T_1 1,66 (±0,21). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów siecznych górnych bocznych w grupie młodych dorosłych ($p<0,05$).

Tab. 26 Długości korzeni zębów siecznych dolnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie młodych dorosłych - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	60	13,22	<0,05	2,11	10,25	19,90	13,66
T_1 R	60	12,36		2,04	9,69	18,89	12,47
T_0 I	60	2,03	<0,05	0,31	1,59	3,15	2,09
T_1 I	60	1,90		0,32	1,49	2,99	1,94

T0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 26 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów siecznych dolnych w grupie młodych dorosłych w czasie T_0 i T_1. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 13,22 mm (±2,11), a w czasie T_1 12,36 mm (±2,04), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 2,03 (±0,31), a w czasie T_1 1,90 (±0,32).Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów siecznych górnych bocznych w grupie młodych dorosłych ($p<0,05$).

5.2.1 Wyniki pomiarów długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona na pantomogramach wyjściowych i kontrolnych dla grupy młodych dorosłych (wiek 20-25 lat), w wadzie zgryzu I klasy Angle'a.

Wyniki pomiarów długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona w czasie T_0 i T_1 dla grupy 2, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a zestawiono w tabelach od 27 do 32.

Tab. 27 Długości korzeni zębów trzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie młodych dorosłych, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	34	14,96	<0,05	1,87	11,60	18,14	14,77
T_1 R	34	14,47		1,89	10,99	17,70	14,14
T_0 I	34	1,89	<0,05	0,19	1,55	2,21	1,85
T_1 I	34	1,83		0,20	1,51	2,18	1,74

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 27 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów trzonowych w grupie młodych dorosłych w czasie T_0 i T_1, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 14,96 mm (±1,87), a w czasie T_1 14,47 mm (±1,89), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,89 (±0,19), a w czasie T_1 1,83 (±0,20). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów trzonowych w grupie młodych dorosłych, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a ($p<0,05$).

Tab. 28 Długości korzeni zębów przedtrzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia grupie młodych dorosłych, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	76	15,47	<0,05	1,65	11,71	18,94	15,43
T_1 R	76	14,86		1,59	11,39	18,32	14,91
T_0 I	76	2,08	<0,05	0,22	1,61	2,55	2,10
T_1 I	76	2,00		0,21	1,55	2,47	2,01

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 28 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów przedtrzonowych w grupie młodych dorosłych w czasie T_0 i T_1, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 15,47 mm (±1,65), a w czasie T_1 14,86 mm (±1,59), średnia wartość indeksu w czasie T0

wynosiła 2,08 (±0,22), a w czasie T_1 2,00 (±0,21). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów przedtrzonowych w grupie młodych dorosłych, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a ($p<0,05$).

Tab. 29 Długości korzeni kłów i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie młodych dorosłych, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	42	17,59	<0,05	2,57	11,08	25,70	17,30
T_1 R	42	16,75		2,50	9,22	24,02	16,68
T_0 I	42	2,09	<0,05	0,28	1,64	3,01	2,06
T_1 I	42	1,99		0,28	1,39	2,81	1,96

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 29 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla kłów w grupie młodzieży w czasie T_0 i T_1, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 17,59 mm (±2,09), a w czasie T_1 16,75 mm (±2,50), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 2,09 (±0,28), a w czasie T_1 1,99 (±0,28). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni kłów w grupie młodych dorosłych, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a ($p<0,05$).

Tab. 30 Długości korzeni zębów siecznych przyśrodkowych górnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie młodych dorosłych, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	22	13,92	<0,05	1,74	10,86	18,81	13,65
T_1 R	22	13,04		1,72	9,73	17,66	12,57
T_0 I	22	1,63	<0,05	0,19	1,32	2,16	1,60
T_1 I	22	1,53		0,19	1,18	2,01	1,47

T0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 30 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów siecznych przyśrodkowych górnych w grupie młodych dorosłych w czasie T_0 i T_1, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 13,92mm (±1,74), a w czasie T_1 13,04 mm (±1,72), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,63 (±0,19), a w czasie T_1 1,53 (±0,19). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów siecznych przyśrodkowych w grupie młodych dorosłych, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a ($p<0,05$).

Tab. 31 Długości korzeni zębów siecznych bocznych górnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie młodych dorosłych, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	**N**	**Średnia arytmetyczna**	**Poziom istotności testu p**	**Odchylenie standardowe**	**Minimum**	**Maksimum**	**Mediana brzegowa**
T_0 R	22	13,05	<0,05	1,54	10,49	16,57	12,87
T_1 R	22	12,19		1,53	9,63	15,77	11,72
T_0 I	22	1,74	<0,05	0,19	1,39	2,12	1,73
T_1 I	22	1,62		0,18	1,28	2,01	1,58

T0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 31 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów siecznych bocznych górnych w grupie młodych dorosłych w czasie T_0 i T_1, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 13,05mm (±1,54), a w czasie T_1 12,19 mm (±1,53), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,74 (±0,19), a w czasie T_1 1,62 (±0,18). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów siecznych bocznych w grupie młodych dorosłych, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a ($p<0,05$).

Tab. 32 Długości korzeni zębów siecznych dolnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupy młodych dorosłych, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	40	13,21	<0,05	2,27	10,41	19,90	13,39
T_1 R	40	12,46		2,22	9,69	18,89	12,70
T_0 I	40	2,05	<0,05	0,35	1,59	3,15	2,09
T_1 I	40	1,93		0,34	1,51	2,99	1,97

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 32 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów siecznych dolnych w grupie młodych dorosłych w czasie T_0 i T_1, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 13,21 mm (±2,27), a w czasie T_1 12,46 mm (±2,22), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 2,05 (±0,35), a w czasie T_1 1,93 (±0,34). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów siecznych dolnych w grupie młodych dorosłych, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a ($p<0,05$).

5.2.2 Wyniki pomiarów długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona na pantomogramach wyjściowych i kontrolnych dla grupy młodych dorosłych (wiek 20-25 lat), w wadzie zgryzu II klasy Angle'a

Wyniki pomiarów długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona w czasie T_0 i T_1 dla grupy 2 w wadzie zgryzu II klasy Angle'a zestawiono w tabelach od 33 do 38.

Tab. 33 Długości korzeni zębów trzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie młodych dorosłych, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	20	15,51	<0,05	2,56	10,06	20,05	1
T_1 R	20	14,90		2,53	9,48	19,12	15,47
T_0 I	20	1,90	<0,05	0,30	1,24	2,47	2,01
T_1 I	20	1,84		0,29	1,17	2,35	1,94

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 33 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów trzonowych w grupie młodych dorosłych w czasie T_0 i T_1, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 15,51 mm (±2,56), a w czasie T_1 14,90 mm (±2,53), średnia wartość indeksu w czasie T0 wynosiła 1,90 (±0,30), a w czasie T_1 1,84 (±0,29). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów trzonowych w grupie młodych dorosłych, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a ($p<0,05$).

Tab. 34 Długości korzeni zębów przedtrzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie młodych dorosłych, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	41	15,31	<0,05	1,84	12,57	20,11	15,34
T_1 R	41	14,64		1,68	11,93	19,13	14,73
T_0 I	41	2,02	<0,05	0,22	1,61	2,48	2,03
T_1 I	41	1,93		0,20	1,52	2,36	1,95

T0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 34 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów przedtrzonowych w grupie młodych dorosłych w czasie T_0 i T_1, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 15,31 mm

(±1,84), a w czasie T_1 14,64 mm (±1,68), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 2,02 (±0,22), a w czasie T_1 1,93 (±0,20). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów przedtrzonowych w grupie młodych dorosłych, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a ($p<0,05$).

Tab. 35 Długości korzeni kłów i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie młodych dorosłych, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	22	18,46	<0,05	1,64	14,36	21,04	18,93
T_1 R	22	17,57		1,66	13,42	20,58	17,76
T_0 I	22	2,14	<0,05	0,19	1,68	2,47	2,17
T_1 I	22	2,04		0,20	1,57	2,41	2,04

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 35 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla kłów w grupie młodzieży w czasie T_0 i T_1, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 18,46 mm (±1,64), a w czasie T_1 17,57 mm (±1,66), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 2,14 (±0,19), a w czasie T_1 2,04 (±0,20). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni kłów w grupie młodych dorosłych, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a ($p<0,05$).

Tab. 36 Długości korzeni zębów siecznych przyśrodkowych górnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie młodych dorosłych, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	12	15,46	<0,05	1,84	12,56	17,77	15,43
T_1 R	12	14,39		1,74	11,57	17,06	14,57
T_0 I	12	1,79	<0,05	0,21	1,43	2,05	1,81
T_1 I	12	1,67		0,20	1,32	1,97	1,72

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 36 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów siecznych przyśrodkowych górnych w grupie młodych dorosłych w czasie T_0 i T_1, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 15,46mm (±1,84), a w czasie T_1 14,39 mm (±1,74), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,79 (±0,21), a w czasie T_1 1,67(±0,20).Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów siecznych przyśrodkowych w grupie młodych dorosłych, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a ($p<0,05$).

Tab. 37 Długości korzeni zębów siecznych bocznych górnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie młodych dorosłych, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	**N**	**Średnia arytmetyczna**	**Poziom istotności testu p**	**Odchylenie standardowe**	**Minimum**	**Maksimum**	**Mediana brzegowa**
T_0 R	12	14,15	<0,05	2,03	11,88	17,19	13,51
T_1 R	12	13,29		2,04	10,87	16,40	12,76
T_0 I	12	1,84	<0,05	0,26	1,55	2,19	1,75
T_1 I	12	1,73		0,26	1,42	2,09	1,65

T0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 37 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów siecznych bocznych górnych w grupie młodych dorosłych w czasie T_0 i T_1, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 14,15mm (±2,03), a w czasie T_1 13,29 mm (±2,04), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,84 (±0,26), a w czasie T_1 1,73 (±0,26). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów siecznych bocznych w grupie młodych dorosłych, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a ($p<0,05$).

Tab. 38 Długości korzeni zębów siecznych dolnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie młodych dorosłych, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	20	13,24	<0,05	1,79	10,25	15,11	14,16
T_1 R	20	12,14		1,66	9,91	14,31	12,30
T_0 I	20	1,99	<0,05	0,23	1,59	2,21	2,10
T_1 I	20	1,83		0,25	1,49	2,18	1,87

T0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 38 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów siecznych dolnych w grupie młodzieży w czasie T_0 i T_1, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 13,24 mm (±1,79), a w czasie T_1 12,14 mm (±1,66), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,99 (±0,23), a w czasie T_1 1,83 (±0,25). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów siecznych dolnych w grupie młodych dorosłych, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a ($p<0,05$).

5.3 Wyniki pomiarów długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona na pantomogramach wyjściowych i kontrolnych dla grupy dorosłych (wiek 25-55 lat)

Wyniki pomiarów długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona w czasie T_0 i T_1 dla grupy 3 zestawiono w tabelach od 39 do 44.

Tab. 39 Długości korzeni zębów trzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie dorosłych - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	51	14,99	<0,05	2,13	9,49	18,61	14,74
T_1 R	51	14,28		2,07	9,01	17,59	14,01
T_0 I	51	1,87	<0,05	0,22	1,36	2,21	1,84
T_1 I	51	1,78		0,22	1,29	2,11	1,74

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 39 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów trzonowych w grupie dorosłych w czasie T_0 i T_1. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 14,99 mm (±2,13), a w czasie T_1 14,28 mm (±2,07), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,87 (±0,22), a w czasie T_1 1,78 (±0,22). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów trzonowych w grupie dorosłych ($p<0,05$).

Tab. 40 Długości korzeni zębów przedtrzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie dorosłych - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	107	14,79	<0,05	2,06	10,16	20,95	14,51
T_1 R	107	14,00		2,00	9,75	19,37	13,89
T_0 I	107	1,95	<0,05	0,27	1,37	2,67	1,87
T_1 I	107	1,85		0,27	1,30	2,47	1,78

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I – indeks

W tabeli 40 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów przedtrzonowych w grupie dorosłych w czasie T_0 i T_1. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 14,79 mm (±2,06), a w czasie T_1 14,00 mm (±2,00), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,95 (±0,27), a w czasie T_1 1,85 (±0,27). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów przedtrzonowych w grupie dorosłych ($p<0,05$).

Tab.41 Długości korzeni kłów i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie dorosłych - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	60	17,81	<0,05	1,90	13,31	22,08	18,22
T_1 R	60	16,90		1,90	12,06	20,45	17,30
T_0 I	60	2,07	<0,05	0,20	1,55	2,55	2,11
T_1 I	60	1,96		0,20	1,41	2,36	2,01

T0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 41 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla kłów w grupie dorosłych w czasie T_0 i T_1. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 17,81 mm (±1,90), a w czasie T_1 16,90 mm (±1,90), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 2,07 (±0,20), a w czasie T_1 1,96 (±0,20). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni kłów w grupie dorosłych ($p<0,05$).

Tab. 42 Długości korzeni zębów siecznych górnych przyśrodkowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie dorosłych - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	34	14,72	<0,05	1,72	10,49	17,72	14,82
T_1 R	34	13,44		1,77	10,27	16,83	13,55
T_0 I	34	1,72	<0,05	0,21	1,21	2,03	1,72
T_1 I	34	1,57		0,21	1,19	1,94	1,58

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I – indeks

W tabeli 42 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów siecznych górnych przyśrodkowych w grupie dorosłych w czasie T_0 i T_1. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 14,72 mm (±1,72), a w czasie T_1 13,44 mm (±1,77), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,72 (±0,21), a w czasie T_1 1,57

(±0,21). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów siecznych górnych przyśrodkowych w grupie dorosłych (p<0,05).

Tab. 43 Długości korzeni zębów siecznych górnych bocznych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie dorosłych - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	34	13,93	<0,05	1,85	9,48	19,62	13,77
T_1 R	34	12,66		1,86	8,06	18,23	12,72
T_0 I	34	1,83	<0,05	0,26	1,28	2,67	1,74
T_1 I	34	1,67		0,26	1,09	2,49	1,61

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 43 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów siecznych górnych bocznych w grupie dorosłych w czasie T_0 i T_1. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 13,93 mm (±1,85), a w czasie T_1 12,66 mm (±1,86), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,83 (±0,26), a w czasie T_1 1,67 (±0,26). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni i zmniejszenie wartości indeksu I dla zębów siecznych górnych bocznych w grupie dorosłych (p<0,05).

Tab. 44 Długości korzeni zębów siecznych dolnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie dorosłych - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	52	12,78	<0,05	1,64	9,94	15,91	13,18
T_1 R	52	11,55		1,47	8,97	14,12	11,99
T_0 I	52	1,96	<0,05	0,25	1,39	2,46	2,01
T_1 I	52	1,78		0,23	1,37	2,23	1,78

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 44przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów siecznych dolnych w grupie dorosłych w czasie T_0 i T_1. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 12,78 mm (±1,64), a w czasie T_1 11,55 mm (±1,47), średnia

wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,96 (±0,25), a w czasie T_1 1,78 (±0,23). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów siecznych dolnych w grupie dorosłych ($p<0,05$).

5.3.1 Wyniki pomiarów długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona na pantomogramach wyjściowych i kontrolnych w grupie dorosłych (wiek 25-55 lat), w wadzie zgryzu I klasy Angle'a

Wyniki pomiarów długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona w czasie T_0 i T_1w grupie3, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a zestawiono w tabelach od 45 do 50.

Tab. 45 Długości korzeni zębów trzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie dorosłych, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	32	15,02	<0,05	2,26	9,49	18,61	14,76
T_1 R	32	14,26		2,17	9,01	17,58	14,02
T_0 I	32	1,86	<0,05	0,24	1,36	2,21	1,91
T_1 I	32	1,77		0,23	1,29	2,07	1,82

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 45 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów trzonowych w grupie dorosłych w czasie T_0 i T_1, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 15,02 mm (±2,26), a w czasie T_1 14,26 mm (±2,17), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,86 (±0,24), a w czasie T_1 1,77 (±0,23). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów trzonowych w grupie dorosłych, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a ($p<0,05$).

Tab. 46 Długości korzeni zębów przedtrzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie dorosłych, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	67	15,14	<0,05	2,18	10,16	20,95	15,19
T_1 R	67	14,38		2,07	9,83	19,37	14,36
T_0 I	67	2,01	<0,05	0,29	1,37	2,67	2,01
T_1 I	67	1,91		0,28	1,34	2,47	1,92

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 46 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów przedtrzonowych w grupie dorosłych w czasie T_0 i T_1, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 15,14 mm (±2,18), a w czasie T_1 14,38 mm (±2,07), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 2,01 (±0,29), a w czasie T_1 1,91 (±0,28). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów przedtrzonowych w grupie dorosłych, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a ($p<0,05$).

Tab. 47 Długości korzeni kłów i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie dorosłych, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	38	17,76	<0,05	2,00	14,07	22,08	17,57
T_1 R	38	16,84		1,93	13,02	20,45	16,85
T_0 I	38	2,07	<0,05	0,20	1,74	2,55	2,02
T_1 I	38	1,97		0,20	1,62	2,36	1,96

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 47 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla kłów w grupie dorosłych w czasie T_0 i T_1, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 17,76 mm (±2,00), a w czasie T_1 16,84 mm (±1,93), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 2,07 (±0,20), a w czasie T_1 1,97

(±0,20). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni kłów w grupie dorosłych, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a ($p<0,05$).

Tab. 48 Długości korzeni zębów siecznych przyśrodkowych górnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie dorosłych, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	22	15,33	<0,05	1,52	12,52	17,72	15,15
T_1 R	22	14,00		1,70	11,03	16,83	13,98
T_0 I	22	1,80	<0,05	0,17	1,52	2,03	1,83
T_1 I	22	1,65		0,19	1,27	1,94	1,67

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 48 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów siecznych przyśrodkowych górnych w grupie dorosłych w czasie T_0 i T_1, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 15,33mm (±1,52), a w czasie T_1 14,00 mm (±1,70), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,80 (±0,17), a w czasie T_1 1,65 (±0,19). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów siecznych przyśrodkowych w grupie dorosłych, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a ($p<0,05$).

Tab. 49 Długości korzeni zębów siecznych bocznych górnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie dorosłych, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	22	14,47	<0,05	1,70	12,02	19,62	14,69
T_1 R	22	13,19		1,77	10,65	18,23	13,34
T_0 I	22	1,90	<0,05	0,25	1,57	2,67	1,83
T_1 I	22	1,74		0,26	1,39	2,49	1,68

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 49 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów siecznych bocznych górnych w grupie dorosłych w czasie T_0 i T_1, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 14,47mm (±1,70), a w czasie T_1 13,19 mm (±1,77), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,90 (±0,25), a w czasie T_1 1,74 (±0,26). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów siecznych bocznych w grupie dorosłych, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a ($p<0,05$).

Tab. 50 Długości korzeni zębów siecznych dolnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie dorosłych, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	**N**	**Średnia arytmetyczna**	**Poziom istotności testu p**	**Odchylenie standardowe**	**Minimum**	**Maksimum**	**Mediana brzegowa**
T_0 R	32	13,54	<0,05	1,22	9,94	15,54	13,69
T_1 R	32	12,25		1,15	9,02	14,12	12,19
T_0 I	32	2,09	<0,05	0,17	1,75	2,41	2,09
T_1 I	32	1,89		0,18	1,55	2,23	1,89

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 50 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów siecznych dolnych w grupie dorosłych w czasie T_0 i T_1, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 13,54 mm (±1,22), a w czasie T_1 12,25 mm (±1,15), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 2,09 (±0,17), a w czasie T_1 1,89 (±0,18).Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów siecznych dolnych w grupie dorosłych, w wadzie zgryzu I klasy Angle'a ($p<0,05$).

5.3.2 Wyniki pomiarów długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona na pantomogramach wyjściowych i kontrolnych dla grupy dorosłych (wiek 25-55 lat), w wadzie zgryzu II klasy Angle'a

Wyniki pomiarów długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona w czasie T_0 i T_1 dla grupy 3, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a zestawiono w tabelach od 51 do 56.

Tab. 51 Długości korzeni zębów trzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie dorosłych, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	19	14,95	<0,05	1,94	12,09	18,33	14,72
T_1 R	19	14,30		1,96	11,35	17,59	13,86
T_0 I	19	1,88	<0,05	0,20	1,65	2,18	1,81
T_1 I	19	1,80		0,21	1,53	2,11	1,73

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 51 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów trzonowych w grupie dorosłych w czasie T_0 i T_1, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 14,95 mm (±1,94), a w czasie T_1 14,30 mm (±1,96), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,88 (±0,20), a w czasie T_1 1,80 (±0,21). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów trzonowych w grupie dorosłych, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a ($p<0,05$).

Tab. 52 Długości korzeni zębów przedtrzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia grupie dorosłych, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	40	14,20	<0,05	1,71	10,70	18,26	13,97
T_1 R	40	13,36		1,73	9,75	17,32	13,13
T_0 I	40	1,87	<0,05	0,22	1,42	2,41	1,82
T_1 I	40	1,75		0,22	1,30	2,29	1,72

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 52 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów przedtrzonowych w grupie dorosłych w czasie T_0 i T_1, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 14,20 mm (±1,71), a w czasie T_1 13,36 mm (±1,73), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,87 (±0,22), a w czasie T_1 1,75 (±0,22). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów przedtrzonowych w grupie dorosłych, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a ($p<0,05$).

Tab. 53 Długości korzeni kłów i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie dorosłych, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	22	17,89	<0,05	1,77	13,31	19,42	18,51
T_1 R	22	17,00		1,89	12,06	18,79	17,86
T_0 I	22	2,05	<0,05	0,20	1,55	2,21	2,12
T_1 I	22	1,95		0,21	1,41	2,14	2,03

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 53 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla kłów w grupie dorosłych w czasie T_0 i T_1, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 17,89 mm (±1,77), a w czasie T_1 17,00 mm (±1,89), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 2,05 (±0,20), a w czasie T_1 2,14

(±0,21). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni kłów w grupie dorosłych, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a ($p<0,05$).

Tab. 54 Długości korzeni zębów siecznych przyśrodkowych górnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie dorosłych, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	12	13,60	<0,05	1,54	10,49	15,59	13,85
T_1 R	12	12,43		1,47	10,27	14,76	12,14
T_0 I	12	1,57	<0,05	0,18	1,21	1,82	1,61
T_1 I	12	1,44		0,17	1,19	1,72	1,43

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 54 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów siecznych przyśrodkowych górnych w grupie dorosłych w czasie T_0 i T_1, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 13,6 mm (±1,54), a w czasie T_1 12,43 mm (±1,47), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,57 (±0,18), a w czasie T_1 1,44 (±0,17). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów siecznych przyśrodkowych w grupie dorosłych, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a ($p<0,05$).

Tab. 55 Długości korzeni zębów siecznych bocznych górnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie dorosłych, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	12	12,94	<0,05	1,77	9,48	15,30	13,37
T_1 R	12	11,69		1,66	8,06	13,76	12,20
T_0 I	12	1,70	<0,05	0,22	1,28	2,03	1,74
T_1 I	12	1,54		0,21	1,09	1,82	1,60

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 55 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów siecznych bocznych górnych w grupie dorosłych w czasie T_0 i T_1, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 12,94mm (±1,77), a w czasie T_1 11,69 mm (±1,66), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,70 (±0,22), a w czasie T_1 1,54 (±0,21). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów siecznych bocznych w grupie dorosłych, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a ($p<0,05$).

Tab. 56 Długości korzeni zębów siecznych dolnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia w grupie dorosłych, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	20	11,57	<0,05	1,51	9,96	15,91	11,40
T_1 R	20	10,44		1,22	8,97	14,06	10,10
T_0 I	20	1,77	<0,05	0,24	1,39	2,46	1,75
T_1 I	20	1,60		0,19	1,37	2,18	1,58

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 56 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów siecznych dolnych w grupie dorosłych w czasie T_0 i T_1, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 11,57 mm (±1,51), a w czasie T_1 10,44 mm (±1,22), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,77 (±0,24), a w czasie T_1 1,60 (±0,19). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów siecznych dolnych w grupie dorosłych, w wadzie zgryzu II klasy Angle'a ($p<0,05$).

5.4 Wyniki pomiarów długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona na pantomogramach wyjściowych i kontrolnych dla badanych pacjentów ogółem

Wyniki pomiarów długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona w czasie T_0 i T_1 dla wszystkich badanych pacjentów zestawiono w tabelach od 57 do 62.

Tab. 57 Długości korzeni zębów trzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia u wszystkich badanych pacjentów - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	180	15,17	<0,05	2,27	9,49	21,05	15,34
T_1 R	180	14,67		2,26	9,01	20,90	14,87
T_0 I	180	1,92	<0,05	0,24	1,24	1,92	1,93
T_1 I	180	1,86		0,24	1,17	1,86	1,89

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 57 przedstawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów trzonowych w całym materiale badanym w czasie T_0 i T_1. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 15,17 mm (±2,27), a w czasie T_1 14,67 mm (±2,26), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,92 (±0,24), a w czasie T_1 1,86 (±0,24). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów trzonowych w całym materiale badanym ($p<0,05$).

Tab. 58 Długości korzeni zębów przedtrzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia u wszystkich badanych pacjentów - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	382	15,14	<0,05	2,12	10,16	21,60	15,34
T_1 R	382	14,55		2,07	9,75	20,90	14,87
T_0 I	382	1,99	<0,05	0,24	1,37	2,67	2,01
T_1 I	382	1,91		0,23	1,30	2,47	1,94

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 58 zestawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów przedtrzonowych w całym materiale badanym w czasie T_0 i T_1. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 15,14 mm (±2,27), a w czasie T_1 14,55 mm (±2,26), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,99 (±0,24), a w czasie T_1 1,91 (±0,24). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów przedtrzonowych w całym materiale badanym.

Tab. 59 Długości korzeni kłów i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia u wszystkich badanych pacjentów - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	204	17,91	<0,05	2,08	11,08	25,70	18,07
T_1 R	204	17,16		2,06	9,22	24,02	17,32
T_0 I	204	2,05	<0,05	0,22	1,55	3,01	2,05
T_1 I	204	1,97		0,21	1,39	2,81	1,97

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 59 zestawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla kłów w całym materiale badanym w czasie T_0 i T_1. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 17,91mm (±2,08), a w czasie $T_1$17,16mm (±2,06), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 2,05 (±0,22), a w czasie T_1 1,97 (±0,21). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni kłów w całym materiale badanym.

Tab. 60 Długości korzeni zębów siecznych przyśrodkowych górnychi wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	109	15,15	<0,05	2,32	10,49	21,23	14,82
T_1 R	109	14,20		2,36	9,73	20,24	13,89
T_0 I	109	1,71	<0,05	0,19	1,21	2,16	1,69
T_1 I	109	1,60		0,19	1,16	2,01	1,59

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 60 zestawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów siecznych przyśrodkowych w całym materiale badanym w czasie T_0 i T_1. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 15,15mm (±2,32), a w czasie $T_1$14,20mm (±2,36), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,71 (±0,0,19), a w czasie T_1 1,60 (±0,19). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów siecznych przyśrodkowych górnych w całym materiale badanym ($p<0,05$).

Tab. 61 Długości korzeni zębów siecznych bocznych górnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia u wszystkich badanych pacjentów - zestawienie średnich

Czas	**N**	**Średnia arytmetyczna**	**Poziom istotności testu p**	**Odchylenie standardowe**	**Minimum**	**Maksimum**	**Mediana brzegowa**
T_0 R	110	14,02	<0,05	2,01	9,48	19,62	13,67
T_1 R	110	13,09		2,02	8,06	18,23	12,79
T_0 I	110	1,79	<0,05	0,22	1,28	2,67	1,74
T_1 I	110	1,67		0,22	1,09	2,49	1,67

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 61 zestawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów siecznych bocznych w całym materiale badanym w czasie T_0 i T_1. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 14,02mm (±2,01), a w czasie $T_1$13,09mm (±2,02), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 1,79 (±0,22), a w czasie T_1 1,67 (±0,22). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów siecznych bocznych górnych w całym materiale badanym ($p<0,05$).

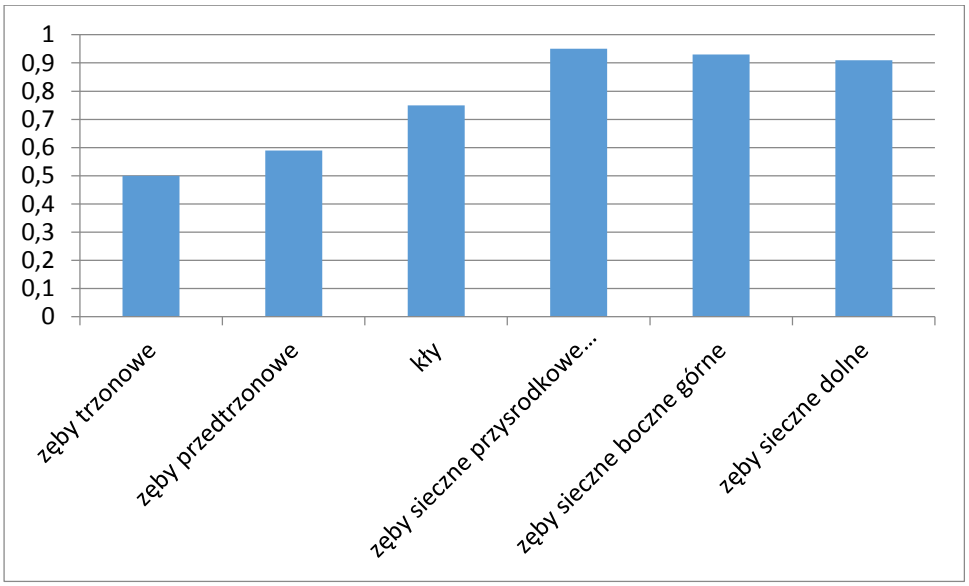
Tab. 62 Długości korzeni zębów siecznych dolnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia u wszystkich badanych pacjentów - zestawienie średnich

Czas	N	Średnia arytmetyczna	Poziom istotności testu p	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Mediana brzegowa
T_0 R	188	13,45	<0,05	2,07	9,94	19,90	13,61
T_1 R	188	12,54		2,07	8,97	18,89	12,33
T_0 I	188	2,00	<0,05	0,28	1,39	3,15	2,03
T_1 I	188	1,87		0,27	1,37	2,99	1,87

T_0 – czas przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, T_1 – czas po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, R – długość korzenia, I - indeks

W tabeli 62 zestawiono średnią długość korzeni R i średnią wartość indeksu I dla zębów siecznych dolnych w całym materiale badanym w czasie T_0 i T_1. W czasie T_0 średnia długość korzeni wynosiła 13,45 mm (±2,07), a w czasie T_1 12,54 mm (±2,07), średnia wartość indeksu w czasie T_0 wynosiła 2,00 (±0,28), a w czasie T_1 1,87 (±0,27). Stwierdzono statystycznie istotne skrócenie długości korzeni zębów siecznych dolnych w całym materiale badanym ($p<0,05$).

Na rycinie 12 zestawiono różnice w wielkości resorpcji wierzchołkowej korzeni poszczególnych sekwencji zębowych. Zęby sieczne przyśrodkowe uległy resorpcji wierzchołkowej średnio o 0,95 mm, a zęby sieczne boczne o 0,93 mm. Kły uległy resorpcji średnio o 0,75 mm. W odcinkach bocznych resorpcja korzeni nie przekroczyła 0,6 mm. Korzenie zębów trzonowych uległy skróceniu o 0,5 mm.



Ryc. 12 Zróżnicowanie wielkości resorpcji w sekwencjach zębowych w całym materiale badanym w milimetrach

5.5 Analiza zależności pomiędzy wynikami badania radiologicznego w badanych grupach

Wyniki analizy zależności pomiędzy wynikami badania radiologicznego w badanych grupach zostały zestawione w tabelach od 63 do 69.

Tab. 63 Analiza zależności między długością korzeni zębów trzonowych w badanych grupach wiekowych

Badane grupy	**Poziom istotności testu p**
młodzież i młodzi dorośli	0,005
młodzież i dorośli	0,000
młodzi dorośli i dorośli	0,008

W tabeli 63 zestawiono analizę zależności między długością korzeni zębów trzonowych w badanych grupach wiekowych. Stwierdzono większe skrócenie korzeni zębów trzonowych w grupie 2 niż w grupie 1. Różnica ta była istotna statystycznie (p=0,005). Wykazano również większe skrócenie korzeni zębów trzonowych w grupie

3 niż w grupie 1. Różnica ta była istotna statystycznie (p<0,005). Stwierdzono większe skrócenie korzeni zębów trzonowych w grupie 3 niż w grupie 2. Różnica ta była istotna statystycznie (p=0,008).

Tab. 64 Analiza zależności między wartością indeksu zębów trzonowych w badanych grupach wiekowych

Badane grupy	**Poziom istotności testu p**
młodzież i młodzi dorośli	0,018
młodzież i dorośli	0,000
młodzi dorośli i dorośli	0,001

W tabeli 64 zestawiono analizę zależności między wartością indeksu zębów trzonowych w badanych grupach wiekowych. Stwierdzono mniejszą wartość indeksu korzeni zębów trzonowych w grupie 2 niż w grupie 1. Różnica ta była istotna statystycznie (p=0,018). Wykazano również mniejszą wartość indeksu zębów trzonowych w grupie 3 niż w grupie 1. Różnica ta była istotna statystycznie (p<0,005). Stwierdzono mniejszą wartość indeksu zębów trzonowych w grupie 3 niż w grupie 2. Różnica ta była istotna statystycznie (p=0,001).

Tab. 65 Analiza zależności między długością korzeni zębów przedtrzonowych w badanych grupach wiekowych

Badane grupy	**Poziom istotności testu p**
młodzież i młodzi dorośli	0,000
młodzież i dorośli	0,000
młodzi dorośli i dorośli	0,002

W tabeli 65 zestawiono analizę zależności między długością korzeni zębów przedtrzonowych w badanych grupach wiekowych. Stwierdzono większe skrócenie korzeni zębów przedtrzonowych w grupie 2 niż w grupie 1. Różnica ta była istotna statystycznie (p<0,05). Wykazano również większe skrócenie korzeni zębów

trzonowych w grupie 3 niż w grupie 1. Różnica ta była istotna statystycznie (p<0,005). Stwierdzono większe skrócenie korzeni zębów trzonowych w grupie 3 niż w grupie 2. Różnica ta była istotna statystycznie (p=0,002).

Tab. 66 Analiza zależności między wartością indeksu zębów przedtrzonowych w badanych grupach wiekowych

Badane grupy	**Poziom istotności testu p**
młodzież i młodzi dorośli	0,000
młodzież i dorośli	0,000
młodzi dorośli i dorośli	0,001

W tabeli 66 zestawiono analizę zależności między wartością indeksu zębów przedtrzonowych w badanych grupach wiekowych. Stwierdzono mniejszy indeks korzeni zębów przedtrzonowych w grupie 2 niż w grupie 1. Różnica ta była istotna statystycznie (p<0,05). Wykazano również mniejszą wartość indeksu zębów trzonowych w grupie 3 niż w grupie 1. Różnica ta była istotna statystycznie (p<0,005). Stwierdzono mniejszą wartość indeksu zębów trzonowych w grupie 3 niż w grupie 2. Różnica ta była istotna statystycznie (p=0,001).

Tab. 67 Analiza zależności między długością korzeni kłów w badanych grupach wiekowych.

Badane grupy	**Poziom istotności testu p**
młodzież i młodzi dorośli	0,001
młodzież i dorośli	0,000
młodzi dorośli i dorośli	0,543

W tabeli 67 zestawiono analizę zależności między długością korzeni kłów w badanych grupach wiekowych. Stwierdzono większe skrócenie korzeni kłów w grupie 2 niż w grupie 1. Różnica ta była istotna statystycznie (p=0,001). Wykazano również większe skrócenie korzeni kłów w grupie 3 niż w grupie 1. Różnica ta była istotna

statystycznie (p<0,005). Nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie w wielkości skrócenia korzeni kłów pomiędzy grupą 3 i grupą 2.

Nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie w wielkości skrócenia indeksu kłów w badanych grupach wiekowych.

Nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie w wielkości skrócenia długości zębów siecznych górnych przyśrodkowych ani zmniejszenia ich indeksu w badanych grupach wiekowych. Nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie w wielkości skrócenia długości zębów siecznych górnych bocznych i skrócenia ich indeksu w badanych grupach wiekowych.

Tab. 68 Analiza zależności między długością korzeni zębów siecznych dolnych w badanych grupach wiekowych

Badane grupy	**Poziom istotności testu p**
młodzież i młodzi dorośli	0,214
młodzież i dorośli	0,000
młodzi dorośli i dorośli	0,002

W tabeli 68 zestawiono analizę zależności między długością korzeni zębów siecznych dolnych w badanych grupach wiekowych. Nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie w wielkości skrócenia długości zębów siecznych dolnych pomiędzy grupą 1 a 2. Stwierdzono większe zmniejszenie długości korzeni zębów siecznych dolnych w grupie 3 niż w grupie 1. Różnica ta była istotna statystycznie (p<0,05). Wykazano również większe skrócenie długości korzeni zębów siecznych dolnych w grupie 3 niż w grupie 2. Różnica ta była istotna statystycznie (p=0,002).

Tab. 69 Analiza zależności między wartością indeksu zębów siecznych dolnych w badanych grupach wiekowych

Badane grupy	**Poziom istotności testu p**
młodzież i młodzi dorośli	0,100
młodzież i dorośli	0,000
młodzi dorośli i dorośli	0,001

W tabeli 69 zestawiono analizę zależności między wartością indeksu zębów siecznych dolnych w badanych grupach wiekowych. Nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie w wielkości indeksu zębów siecznych dolnych pomiędzy grupą 1 a 2. Stwierdzono mniejszą wartość indeksu zębów siecznych dolnych w grupie 3 niż w grupie 1. Różnica ta była istotna statystycznie ($p<0,05$). Wykazano również mniejszą wartość indeksu zębów siecznych dolnych w grupie 3 niż w grupie 2. Różnica ta była istotna statystycznie ($p=0,001$).

5.5.1 Analiza zależności pomiędzy wynikami badania radiologicznego w badanych grupach w I klasie Angle'a

Wiek pacjenta organizował jego przynależność do badanej grupy zgodnie z założeniami opisanymi w rozdziale materiał i metodyka.

Nie wykazano różnic istotnych statystycznie w wielkości skrócenia korzeni zębów badanych sekwencji zębowych w badanych grupach wiekowych w I kl. Angle'a.

Nie wykazano różnic istotnych statystycznie w wartości indeksu badanych sekwencji zębowych w grupach wiekowych w I kl. Angle'a.

5.5.2 Analiza zależności pomiędzy wynikami badania radiologicznego w badanych grupach w II klasie Angle'a

Wiek pacjenta organizował jego przynależność do badanej grupy zgodnie z założeniami opisanymi w rozdziale materiał i metodyka.

Wyniki analizy zależności pomiędzy wynikami badania radiologicznego w badanych grupach w II klasie Angle'a zostały zestawione w tabelach 70-75.

Tab. 70 Analiza zależności między długością korzeni zębów trzonowych w badanych grupach w II klasie Angle'a

Badane grupy	**Poziom istotności testu p**
młodzież i młodzi dorośli	0,000
młodzież i dorośli	0,000
młodzi dorośli i dorośli	0,759

W tabeli 70 zestawiono analizę zależności między długością korzeni zębów trzonowych w badanych grupach w II klasie Angle'a. Stwierdzono większe skrócenie korzeni zębów trzonowych w grupie 2 niż w grupie 1. Różnica ta była istotna statystycznie ($p<0,005$). Wykazano również większe skrócenie korzeni zębów trzonowych w grupie 3 niż w grupie 1. Różnica ta była istotna statystycznie ($p<0,005$). Nie wykazano różnic istotnych statystycznie w wielkości skrócenia korzeni zębów trzonowych między grupą2 i 3 w II kl. Angle'a.

Tab. 71 Analiza zależności między wartością indeksu zębów trzonowych w badanych grupach w II klasie Angle'a.

Badane grupy	**Poziom istotności testu p**
młodzież i młodzi dorośli	0,001
młodzież i dorośli	0,000
młodzi dorośli i dorośli	0,126

W tabeli 71 zestawiono analizę zależności między wartością indeksu zębów trzonowych w badanych grupach w II klasie Angle'a. Stwierdzono mniejszą wartość indeksu zębów trzonowych w grupie 2 niż w grupie 1. Różnica ta była istotna

statystycznie (p=0,001) Wykazano również mniejszą wartość indeksu zębów trzonowych w grupie 3 niż w grupie 1. Różnica ta była istotna statystycznie (p<0,005). Nie wykazano różnic istotnych statystycznie w wartości indeksu zębów trzonowych między grupą 2 i 3 u pacjentów w II kl. Angle'a.

Tab. 72 Analiza zależności między długością korzeni zębów przedtrzonowych w badanych grupach w II klasie Angle'a

Badane grupy	**Poziom istotności testu p**
młodzież i młodzi dorośli	0,115
młodzież i dorośli	0,001
młodzi dorośli i dorośli	0,039

W tabeli 72 zestawiono analizę zależności między długością korzeni zębów przedtrzonowych w badanych grupach w II klasie Angle'a. Stwierdzono większe skrócenie długości korzeni zębów przedtrzonowych w grupie 3 niż w grupie 1. Różnica ta była istotna statystycznie (p=0,001). Wykazano również większe skrócenie długości korzeni zębów przedtrzonowych w grupie 3 niż w grupie 2. Różnica ta była istotna statystycznie (p=0,039). Nie wykazano różnic istotnych statystycznie w wielkości skrócenia korzeni zębów przedtrzonowych między grupą 1 i 2 u pacjentów w II kl. Angle'a.

Tab. 73 Analiza zależności między wartością indeksu zębów przedtrzonowych w badanych grupach w II klasie Angle'a

Badane grupy	**Poziom istotności testu p**
młodzież i młodzi dorośli	0,166
młodzież i dorośli	0,000
młodzi dorośli i dorośli	0,015

W tabeli 73 zestawiono analizę zależności między wartością indeksu zębów przedtrzonowych w badanych grupach w II klasie Angle'a. Stwierdzono mniejszą wartość indeksu zębów przedtrzonowych w grupie 3 niż w grupie 1. Różnica ta była istotna statystycznie ($p<0,005$). Wykazano również mniejszą wartość indeksu zębów przedtrzonowych w grupie 3 niż w grupie 2. Różnica ta była istotna statystycznie ($p=0,015$). Nie wykazano różnic istotnych statystycznie w wartości indeksu zębów przedtrzonowych między grupą 1 i 2 u pacjentów w II kl. Angle'a.

.

Tab. 74 Analiza zależności między długością korzeni kłów w badanych grupach w II klasie Angle'a

Badane grupy	**Poziom istotności testu p**
młodzież i młodzi dorośli	0,043
młodzież i dorośli	0,013
młodzi dorośli i dorośli	0,993

W tabeli 74 zestawiono analizę zależności między długością korzeni kłów w badanych grupach w II klasie Angle'a. Stwierdzono większe skrócenie długości korzeni kłów w grupie 2 niż w grupie 1. Różnica ta była istotna statystycznie ($p=0,043$). Wykazano również większe skrócenie długości korzeni zębów przedtrzonowych w grupie 3 niż w grupie 1. Różnica ta była istotna statystycznie ($p<0,013$). Nie wykazano różnic istotnych statystycznie w wielkości skrócenia korzeni zębów przedtrzonowych między grupą 2 i 3 u pacjentów w II kl. Angle'a.

Tab. 75 Analiza zależności między wartością indeksu kłów w badanych grupach w II klasie Angle'a.

Badane grupy	**Poziom istotności testu p**
młodzież i młodzi dorośli	0,020
młodzież i dorośli	0,005
młodzi dorośli i dorośli	0,951

W tabeli 75 zestawiono analizę zależności między wartością indeksu kłów w badanych grupach w II klasie Angle'a. Stwierdzono mniejszą wartość indeksu kłów w grupie 2 niż w grupie 1. Różnica ta była istotna statystycznie (p=0,020). Wykazano również mniejszą wartość indeksu kłów w grupie 3 niż w grupie 1. Różnica ta była istotna statystycznie (p<0,005). Nie wykazano różnic istotnych statystycznie w wartości indeksu kłów między grupą 2 i 3 u pacjentów w II kl. Angle'a.

Nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie w wielkości skrócenia długości korzeni zębów siecznych górnych przyśrodkowych i bocznych oraz dolnych w badanych grupach w II klasie Angle'a.

Nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie w wartości indeksu zębów siecznych górnych przyśrodkowych i bocznych oraz dolnych w badanych grupach w II klasie Angle'a.

5.6 Podsumowanie wyników

- we wszystkich grupach wiekowych wykazano statystycznie istotne skrócenie korzeni zębów na pantomogramach kontrolnych w porównaniu do pantomogramów wyjściowych
- największemu skróceniu uległy korzenie zębów odcinka przedniego w łuku górnym, a najmniejszemu skróceniu uległy korzenie zębów w odcinkach bocznych
- resorpcja wierzchołkowa korzeni zębów trzonowych, przedtrzonowych, kłów i zębów siecznych dolnych była zależna od wieku pacjentów, większa w grupie dorosłych niż w grupie młodych dorosłych i młodzieży
- stwierdzono większe skrócenie korzeni kłów w grupie młodych dorosłych niż w grupie młodzieży. Wykazano również większe skrócenie korzeni kłów w grupie dorosłych niż w grupie młodzieży
- stwierdzono większe skrócenie długości korzeni zębów siecznych dolnych w grupie dorosłych niż w grupie młodzieży

- w wadach zgryzu I kl. Angle'a nie wykazano różnic istotnych statystycznie w wielkości skrócenia korzeni zębów ani indeksu badanych sekwencji zębowych między grupami wiekowymi
- w wadach zgryzu II klasy Angle'a stwierdzono większe skrócenie korzeni zębów trzonowych w grupie młodych dorosłych niż w grupie młodzieży. Wykazano również większe skrócenie korzeni zębów trzonowych w grupie dorosłych niż w grupie młodzieży. Stwierdzono większe skrócenie długości korzeni zębów przedtrzonowych w grupie dorosłych niż w grupie młodzieży. Wykazano również większe skrócenie długości korzeni zębów przedtrzonowych w grupie dorosłych niż w grupie młodych dorosłych. Stwierdzono większe skrócenie długości korzeni kłów w grupie młodych dorosłych niż w grupie młodzieży. Wykazano również większe skrócenie długości korzeni zębów przedtrzonowych w grupie dorosłych niż w grupie młodzieży

6. OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

Ruch zębów w trakcie leczenia ortodontycznego opiera się na przebudowie więzadeł przyzębia i kości wyrostka zębodołowego na skutek przykładania siły do zębów. Po stronie nacisku następuje obumarcie więzadeł przyzębia i tworzenie bezkomórkowej strefy zhialinizowanej. Po stronie pociągania natomiast następuje resorpcja sąsiadującej kości wyrostka zębodołowego przez osteoklasty i apozycja kości przez osteoblasty. W wyniku terapii ortodontycznej może wystąpić patologiczna resorpcja wierzchołkowa korzeni zębów. Przykładanie siły do poszczególnych zębów i ruch korzeni w kości wyrostka zębodołowego mogą doprowadzić do zmian biologicznych w cemencie korzeniowym. Albert Ketcham w roku 1927 jako pierwszy dowiódł, że resorpcja wierzchołkowa jest częstym, a czasami poważnym jatrogennym powikłaniem leczenia ortodontycznego. Badanie przy użyciu zdjęć rentgenowskich umożliwiło Ketchamowi ocenę dużej liczby badanych przypadków. W swojej pierwszej pracy (1927) dotyczącej resorpcji korzeni Ketcham zauważył, że 22% spośród 224 przypadków wykazywało pewien stopień skrócenia korzeni zębów. Kolejny jego artykuł opublikowany w roku 1929 dowodził, że 21% z 500 zbadanych przypadków leczonych aparatem stałym na badaniu radiograficznym ujawniło resorpcję wierzchołkową korzeni zębów. Już wtedy autor zauważył, że zęby sieczne górne częściej podlegały resorpcji niż zęby sieczne dolne oraz, że w przypadkach leczonych łukiem wstęgowym czy aparatem rurkowo-ćwiekowym resorpcja wierzchołków korzeni występowała częściej niż w przypadkach leczonych przy użyciu łuków wargowych czy językowych. De Shelds (1969) z kolei zaznaczył, że łuk wstęgowy czy aparat rurkowo-ćwiekowy umożliwiały osiowy ruch zębów, podczas gdy możliwości łuku wargowego czy językowego były w tym zakresie znacznie ograniczone. Już w tamtym okresie Ketcham przyznał, że zależność stopnia resorpcji wierzchołkowej korzeni zębów tylko od rodzaju wykorzystywanego aparatu jest mało prawdopodobna. Zaznaczył on również, że mogą istnieć inne czynniki predysponujące pacjentów do wystąpienia resorpcji korzeni zębów podczas leczenia ortodontycznego. Od tego czasu resorpcja wierzchołkowa korzeni zębów jest zjawiskiem, nad którym uwagę swoją koncentrują zarówno pracownicy naukowi jak i klinicyści.

W badaniach własnych u 55 pacjentów obliczono długość korony i korzenia 1183 zębów w łuku górnym i/lub dolnym obciążanych elementami aparatu stałego, czyli poddawanych działaniu sił ortodontycznych na podstawie zdjęć pantomograficznych. W pracy przedstawiono zarówno wyniki ogólne, jak i wyniki pomiarów w poszczególnych grupach wiekowych. U wszystkich badanych pacjentów wykazano pewien stopień skrócenia korzeni zębów w trakcie leczenia ortodontycznego. Największe zmiany w długości korzeni zębów w badanym przeze mnie materiale nastąpiły w odcinku przednim łuku górnego, nieznacznie większej resorpcji uległy zęby sieczne przyśrodkowe (0,95 mm) niż zęby sieczne boczne (0,93 mm). Kły uległy resorpcji średnio o 0,75 mm. W odcinkach bocznych resorpcja korzeni była niewielka i nie przekroczyła 0,6 mm. Najmniejszemu skróceniu uległy korzenie zębów trzonowych. W celu usystematyzowania wyników badane zęby pacjentów zostały podzielone na określone sekwencje. Taki dobór materiału do badań dawał możliwości przeprowadzenia licznych porównań oraz jednoczesnej oceny średnich zmian zachodzących w korzeniach zębów w poszczególnych grupach wiekowych. W pracy nie rozpatrywano różnic w wielkości resorpcji korzeni po prawej i lewej stronie łuku zębowego. Podziału tego dokonano w związku z wcześniejszymi wynikami badaczy sygnalizującymi brak różnic w wielkości resorpcji korzeni zębów strony prawej i lewej (Sameshima i Sinclair 2001, Jung i wsp. 2011).

Podobną grupę 60 pacjentów leczonych aparatami stałymi badali Janson i wsp. (2000). Oceniali oni wielkość resorpcji korzeni zębów siecznych górnych i dolnych. Wiek badanych mieścił się w granicach od 10 do 26 lat. Pomimo odmiennej metodyki badania, która polegała na analizie zdjęć okołowierzchołkowych, uzyskane przeze mnie wyniki były zbliżone do wyników uzyskanych w latach wcześniejszych. Badacze wykazali brak oznak resorpcji wierzchołkowej zaledwie w2,25% analizowanych korzeni zębów. Niewielką resorpcję wierzchołków korzeni stwierdzili oni w 42,56%, średnią w 53,37%, podwyższoną w 1,40%, a ciężką w 0,42% badanych zębów. Inna metodyka badania nie pozwala na porównanie wielkości resorpcji w milimetrach, daje jednak podobny obraz częstości zmian resorpcyjnych u pacjentów poddawanych leczeniu ortodontycznemu.

Badania przeprowadzone w późniejszym czasie na podstawie zdjęć pantomograficznych potwierdzają, że pewien stopień skrócenia wierzchołków korzeni występuje w trakcie każdego leczenia ortodontycznego aparatem stałym. Zhang i wsp. (2005) badali wpływ wieku i płci pacjentów na wielkość resorpcji wierzchołkowej

korzeni zębów siecznych. Materiał badany stanowiło 44 pacjentów podzielonych na grupę młodych kobiet, młodych mężczyzn, dorosłych kobiet i dorosłych mężczyzn. W badaniu własnym uzyskano podobne rezultaty, co w przytoczonej pracy. Zhang i wsp. wykazali istnienie resorpcji wierzchołków korzeni zębów u wszystkich pacjentów poddanych leczeniu ortodontycznemu. Uzyskali oni istotną statystycznie różnicę w wielkości resorpcji w zależności od wieku pacjentów, co potwierdzają wyniki badań własnych. Ponadto wyniki mojej pracy podkreślają powagę problemu, jaką stanowi zależność między wiekiem pacjentów a wartością resorpcji korzeni zębów. Należy wyraźnie podkreślić, że poza wszystkimi czynnikami modulującymi wystąpienie resorpcji, które są związane z leczeniem ortodontycznym, a które zostały szczegółowo opisane przeze mnie w przeglądzie piśmiennictwa zawartym w niniejszej pracy, istnieje bardzo ważny czynnik, który jest niezależny od lekarza a jest nim wiek pacjenta.

Badania wykonane na liczniejszej niż opisana w przedmiotowej pracy grupie młodzieży, liczącej 356 pacjentów w średnim wieku 11 lat w momencie rozpoczynania leczenia ortodontycznego, przeprowadzili Apajalahti i wsp. (2007). Wykazali oni resorpcję wierzchołkową korzeni u 56% pacjentów leczonych aparatem stałym, przy czym resorpcję wierzchołkową niewielką do średniej stwierdzili u 68% pacjentów, a resorpcję ciężką u 32% i byli to zwykle pacjenci z najdłuższym czasem trwania leczenia ortodontycznego. W badaniu własnym resorpcja wierzchołkowa korzeni zębów wystąpiła u wszystkich badanych pacjentów. Mniejszy odsetek pacjentów z resorpcją korzeni u autorów cytowanej pracy można tłumaczyć tym, że badania te przeprowadzone były na grupie pacjentów młodych, u których często nieukończone jest formowanie się korzeni zębów stałych. W badaniu własnym pacjenci z niedokończonym rozwojem korzenia byli eliminowani na etapie wstępnych kwalifikacji, a w badaniu autorów nie zawarto informacji o wykluczaniu pantomogramów pacjentów z niedokończonym rozwojem korzeni. Metodyka własna była zbliżona do metodyki autorów pracy, opierała się na analizie zdjęć pantomograficznych i badaniu długości korzeni wszystkich zębów poza trzecimi zębami trzonowymi. Stopień resorpcji był określany w inny sposób niż w badaniu własnym, przy użyciu skali od 0 do 2, gdzie 0 oznaczało brak widocznych oznak resorpcji, 1 – średnią resorpcję od zaokrąglenia wierzchołków korzeni do utraty około ¼ początkowej długości korzenia, 2 – średnią do ciężkiej resorpcji z utratą ¼ lub więcej początkowej długości korzeni. Autorzy ci wykazali, że zęby sieczne górne częściej ulegały resorpcji wierzchołkowej niż zęby sieczne dolne, co również zostało wykazane w badaniu

własnym. Stwierdzili oni u 37% pacjentów resorpcję średnią do ciężkiej, na co najmniej jednym zębie siecznym. Celem mojej pracy nie było wykazanie liczby pacjentów w określonym stadium resorpcji, ale stwierdzenie, czy resorpcja korzeni wzrasta na skutek leczenia ortodontycznego. Badacze ci nie analizowali zależności wielkości resorpcji od wieku pacjentów, wykazali natomiast istotnie statystyczną zależność wielkości resorpcji od czasu trwania leczenia ortodontycznego. Badacze ci stwierdzili resorpcję zębów przedtrzonowych u 8,5% pacjentów, wśród których stopień 2 resorpcji wystąpił w 45% przypadków. Niski odsetek pacjentów z resorpcją korzeni zębów w odcinkach bocznych, mógł być związany z odmiennym wiekiem pacjentów, niż w prezentowanej przeze mnie pracy. W badaniu własnym pacjenci w grupie badanej znajdowali się w wieku od 15 do 55 lat i byli podzieleni na trzy grupy wiekowe, liczba pacjentów w każdej grupie była proporcjonalna. Należy nadmienić, że autorzy pracy nie oceniali długości korzeni zębów w milimetrach, a opierali się jedynie na skali wielkości od 0 do 2. Stopień 1, który wystąpił u większości pacjentów, miał dość szeroki zakres, od zaokrąglenia wierzchołka, do utraty ¼ długości początkowej korzenia zęba. Uważam, że bardziej dokładne jest rozpatrywanie zmian długości korzeni zębów w milimetrach, co zostało zastosowane przez wielu innych autorów prac.

Metodyka badania zastosowana przez Pandis i wsp.(2008), którzy analizowali wielkość resorpcji wierzchołkowej w korzeniach zębów siecznych przyśrodkowych i bocznych górnych na podstawie zdjęć pantomograficznych wykonywanych przed i po zakończeniu leczenia ortodontycznego posłużyła za przykład opracowania metodyki własnej. Grupę badaną w cytowanej pracy stanowiła dokumentacja medyczna 96 pacjentów leczonych aparatem stałym, w średnim wieku 13 ±1 lat. Metodykę ich pracy stanowił pomiar długości korzeni zębów siecznych górnych w milimetrach. Podobną metodykę zastosowano w pracy własnej, jednakże w celu uzyskania pełnego obrazu zmian toczących się w korzeniach wszystkich zębów obciążanych siłą, analizowano również długości korzeni zębów w bocznych odcinkach jamy ustnej. Autorzy cytowanej pracy wykazali, że średnia resorpcja wierzchołkowa 4 zębów siecznych górnych wyniosła 1,05 mm, korzenie zębów siecznych przyśrodkowych uległy skróceniu o podobną wartość, co korzenie zębów siecznych bocznych. W przedstawionym przeze mnie badaniu uzyskałam podobne wyniki, średnia wielkość resorpcji korzeni zębów siecznych przyśrodkowych górnych wyniosła 0,95 mm, a zębów siecznych bocznych górnych 0,93 mm. Badacze wykazali, że płeć pacjentów nie jest czynnikiem modulującym wielkość resorpcji wierzchołkowej korzeni zębów, jest ona natomiast

zależna od długości czasu trwania leczenia ortodontycznego. Podali oni również, że wiek pacjentów, którzy w trakcie leczenia ortodontycznego znajdowali się w okresie dojrzewania, nie był czynnikiem ryzyka resorpcji. Uważam, że w tak wąskiej grupie wiekowej (średnia wieku 13 ± 1 lat) niemożliwym jest porównanie wielkości resorpcji w zależności od wieku pacjentów. Autorzy pracy nie podali również u jak licznej grupy pacjentów stwierdzono resorpcję wierzchołkową korzeni zębów siecznych górnych, co uniemożliwia odniesienie do wyników własnych.

Metodyka badania, polegającą na analizie zdjęć pantomograficznych zastosowana przez Preoteasa i wsp. (2009) posłużyła do opracowania metodyki w pracy własnej. Autorzy ci dokonali pomiarów długości korzeni zębów siecznych i kłów w łuku górnym i dolnym. W celu oceny ciężkości resorpcji użyli oni innej klasyfikacji niż w badaniu własnym, a była to klasyfikacja Shape i wsp. z 1987 roku, przy czym stopień 0 oznaczał brak resorpcji wierzchołkowej, stopień 1 – nieznaczne zaokrąglenia wierzchołków korzeni, stopień 2 – średnie skrócenie wierzchołka do ¼ długości korzenia, stopień 3 – znaczne skrócenie wierzchołka, powyżej ¼ długości korzenia. Klasyfikacja ta, choć również opiera się na skali wielkości, jest odmienna od klasyfikacji przeprowadzonej w badaniu Apajalahti i wsp.(2007), zawiera bowiem opis czterech stopni ciężkości resorpcji, a nie trzech jak w przytoczonym badaniu. Klasyfikacja oparta na skali wielkości jest mniej dokładna niż w badaniu własnym, gdzie dokonano oceny długości korzeni zębów w milimetrach na pantomogramach wyjściowych i kontrolnych, a ponadto uniemożliwia ona porównanie wszystkich wyżej wymienionych wyników badań. Proteasa i wsp. przeprowadzili badania na grupie 24 pacjentów leczonych aparatem stałym, gdzie średnia wieku badanych pacjentów wynosiła 15 lat. Wykazali oni resorpcję korzeni u 96% pacjentów, spośród 300 zbadanych korzeni zębów resorpcja wierzchołkowa wystąpiła w 76,7% (n=230).

W badaniu własnym przeprowadzonym na liczbie 1138 zębów resorpcja korzeni została wykazana procentowo u niewiele większej liczby pacjentów, przy czym inny był wiek badanych. Autorzy ci stwierdzili różnice w wielkości resorpcji w zależności od wieku pacjentów, co jest zgodne z wynikami badań własnych. U pacjentów powyżej 12 roku życia (n = 23) wykazali oni resorpcję korzeni zębów we wszystkich stopniach ciężkości. U 50% pacjentów poniżej 12 roku życia nie wystąpiła resorpcja wierzchołkowa korzeni zębów, a u pozostałych 50% pacjentów poniżej 12 roku życia stwierdzili oni resorpcję wierzchołkową pierwszego stopnia. Należy podkreślić, że z badań przytoczonych autorów wynika, że już u pacjentów rosnących terapia aparatem stałym powoduje

zmiany w długości korzeni zębów, które są dostrzegalne na zdjęciach pantomograficznych. Proteasa i wsp. nie dokonali pomiaru długości korzeni w zębach przedtrzonowych i trzonowych, na co zwrócono uwagę w pracy własnej. Spośród wszystkich badanych przez nich korzeni zębów odcinka przedniego najczęściej występowała resorpcja 1 stopnia (50%), najrzadziej natomiast – resorpcja 3 stopnia (1%). Dokonali oni korelacji pomiędzy wadą zgryzu opartą na klasyfikacji Angle'a i resorpcją wierzchołkową korzeni zębów. Wykazali oni, że resorpcja korzeni występowała u pacjentów posiadających wady wszystkich trzech klas Angle'a. Najcięższą resorpcję korzeni zębów, w stopniu 3, stwierdzili oni w wadzie zgryzu klasy Angle'a II i III. Wszyscy pacjenci z klasą III posiadali wysoki stopień ciężkości resorpcji (2 i 3 stopień). W badaniach własnych liczba pacjentów z wadą zgryzu III klasy Angle'a była niewystarczająca do przeprowadzenia analizy statystycznej, dlatego nie wykazywano ich w badaniach. W badaniach własnych w przypadkach wady zgryzu II klasy Angle'a wykazano zwiększenie resorpcji korzeni zębów bocznych wraz ze wzrostem wieku pacjentów. Może to być związane z faktem, że w przypadkach klasy II częściej wykonywane są ekstrakcje zębów przedtrzonowych, zwłaszcza u pacjentów dorosłych, u których niemożliwa jest terapia polegająca na modyfikacji wzrostu kości. Leczenie ekstrakcyjne związane jest z koniecznością większego ruchu zębów, co może wpływać modyfikująco na wielkość resorpcji korzeni.

W badaniu własnym zastosowano metodykę podobna do metodyki Sehr i wsp. (2011), którzy przeprowadzali ocenę stopnia resorpcji korzeni zębów siecznych górnych na podstawie zdjęć pantomograficznych 3198 pacjentów. Porównywalne były metody pomiarów w obu pracach, czyli długości korzeni zębów była obliczana przy użyciu suwmiarki z dokładnością 0,5 mm. Spośród wszystkich analizowanych pantomogramów, autorzy cytowanej pracy wybrano zdjęcia 16 pacjentów, u których wykazano IV stopień resorpcji według Malmgreena i wsp. (1982) w korzeniach zębów siecznych górnych. Średni wiek badanych pacjentów, u których zidentyfikowano ciężką resorpcję był znacznie niższy niż w badaniu własnym, wynosił bowiem 13 ± 3 lata. Cel badania autorów był odmienny od mojego i polegał na określeniu liczby pacjentów z ciężką resorpcją korzeni zębów siecznych górnych. Częstość ciężkiej resorpcji wierzchołkowej (przekraczającej 1/3 długości początkowej korzeni zębów) po leczeniu ortodontycznym była niewielka, wynosiła 0,5% i została wykazana w 26 zębach siecznych górnych. Autorzy ci podali, że tylko dwóch pacjentów doświadczyło skrócenia korzeni w obrębie wszystkich czterech zębów siecznych górnych. Wśród

pozostałych 14 pacjentów resorpcja korzeni wystąpiła w obrębie jednego (62,5%) lub dwóch zębów siecznych górnych. Badacze wykazali, że zęby które uległy ciężkiej resorpcji wierzchołkowej skróciły się średnio o 38,6% początkowej długości korzeni.
W badanym przeze mnie materiale dotyczącym korzeni analizowanych zębów siecznych górnych, średnia resorpcja korzeni nie przekraczała 1 mm. Na podstawie przeprowadzonych badań autorzy ci jednak udowodnili, że do wystąpienia ciężkiej resorpcji wierzchołkowej korzeni predysponują raczej czynniki lokalne, niż ogólne czy genetyczne. Ponadto podkreślali oni, że 50% pacjentów, u których wystąpiła ciężka resorpcja korzeni zębów siecznych górnych było leczonych ortodontycznie z powodu zgryzu głębokiego przedniego, co mogło być czynnikiem modulującym resorpcję korzeni. W badaniu własnym zauważyłam również, że u pacjentów dorosłych, u których stosowałam w trakcie leczenia ortodontycznego łuki intruzyjne, wielkość resorpcji korzeni zębów siecznych górnych była wyższa.

Wzorując się na badaniu Jung i wsp. (2011) określiłam podobną grupę wiekową badanych. Autorzy ci dokonywali pomiaru długości korzeni drugich zębów przedtrzonowych, kłów, zębów siecznych bocznych i przyśrodkowych, obustronnie, w łuku górnym i dolnym na zdjęciach pantomograficznych. Materiał badany stanowiła dokumentacja radiologiczna 163 pacjentów. Wiek badanej grupy mieścił się w przedziale od 17 do 52 lat w momencie rozpoczęcia leczenia ortodontycznego aparatem stałym. Zarówno w pracy cytowanych autorów jak i w badaniu własnym posłużono się podobna metodyką. Długość zęba w moim badaniu mierzona była od wierzchołka korzenia do brzegu siecznego lub guzka siecznego przy użyciu suwmiarki elektronicznej. Resorpcja korzeni była zaś obliczana jako różnica między długością zęba na zdjęciu przed leczeniem i po demontażu aparatu stałego. Cytowani badacze wykazali, że górne zęby sieczne przyśrodkowe uległy największemu skróceniu o 0,78 mm, a zęby sieczne boczne o 0,76 mm. W materiale własnym wielkość resorpcji korzeni zębów siecznych górnych była nieco wyższa, czego powodem mógł być fakt większej liczby pacjentów dorosłych. Autorzy badania nie sprecyzowali jak duża była grupa pacjentów dorosłych w momencie rozpoczynania leczenia ortodontycznego, w badaniu własnym wykazano natomiast, że resorpcja korzeni zębów była zależna od wieku pacjentów. Badacze stwierdzili, że zęby sieczne dolne uległy skróceniu o 0,5 mm, a kły górne i dolne o 0,2 mm. Wielkość resorpcji zębów przedtrzonowych u tych autorów wyniosła 0,19 mm w łuku górnym i dolnym. Wyniki badań własnych potwierdzają różnice w wielkości resorpcji poszczególnych sekwencji zębowych.

Badacze ci nie analizowali wielkości resorpcji w zębach trzonowych i nie wykazali zależności istotnej statystycznie między wielkością resorpcji korzeni zębów i wiekiem pacjentów. Należy podkreślić, że autorzy nie podali liczebności pacjentów w określonych przedziałach wiekowych, co byłoby korzystne dla porównania wielkości resorpcji korzeni z materiałem własnym. Częstość wystąpienia resorpcji przekraczającej 1 mm po leczeniu wynosiła u tych badaczy 27% w zębach siecznych górnych przyśrodkowych i 2% w zębach przedtrzonowych górnych. Nie wykazali oni różnic istotnych statystycznie w wielkości resorpcji korzeni zębów pomiędzy prawą i lewą stroną jamy ustnej. Potwierdzili oni w swoim badaniu, że zęby, które są przesuwane na największe odległości w trakcie leczenia ortodontycznego wykazują największą podatność na resorpcję wierzchołkową korzeni, co nadal potwierdza ze nie jest istotne badanie korzeni zębów po obu stronach jamy ustnej, a moja decyzja dotycząca metodyki badania była właściwa.

Z kolei Nanekrungsan i wsp. (2012) wykazali większą resorpcję wierzchołkową korzeni zębów siecznych górnych, niż w badaniu własnym. Badania ich oparte były na analizie 181 przypadków, u których zmierzono długości 564 korzeni zębów poddawanych leczeniu ortodontycznemu. Autorzy wykazali skrócenie długości korzeni zębów siecznych bocznych o 1,69 mm, a zębów siecznych przyśrodkowych o 1,39 mm. Odmienna od własnej była metodyka badania, która opierała się na analizie zdjęć okołowierzchołkowych. Autorzy ci podali, że przyczyną zwiększenia resorpcji wierzchołkowej korzeni zębów siecznych górnych bocznych mogły być nieprawidłowe kształty korzeni tych zębów. Odmienny był również cel badania tych autorów, poszukiwali oni bowiem czynników ryzyka resorpcji takich jak zaburzenia kształtu korzeni zębów siecznych bocznych. Celem mojego badania była odpowiedź na pytanie dotyczące reakcji korzeni wszystkich zębów obciążanych siłą, a nie ocena kształtu korzeni. Dane z ich badania potwierdziły, że 7,1% górnych zębów siecznych bocznych miało spiczaste lub też rozdwojone korzenie. Badacze ci stwierdzili, że węższe lub krótsze korzenie zębów są obciążane nadmierną siłą w trakcie terapii ortodontycznej w porównaniu do korzeni zębów prawidłowych. W badaniu własnym zdjęcia pantomograficzne pacjentów z nieprawidłową budową korzeni były wycofywane na etapie wstępnych kwalifikacji, dlatego też czynnik ten nie wpływał na wielkość resorpcji zębów siecznych górnych. Autorzy w cyt. pracy wykazali istotnie statystyczną zależność między wiekiem pacjentów a resorpcją wierzchołkowa korzeni zębów. Pacjenci w wieku poniżej 16 lat w momencie rozpoczęcia badania wykazywali mniejszą

resorpcję korzeni zębów siecznych górnych niż pacjenci w wieku powyżej 16 lat. Wyniki ich badań są odmienne od wyników badań własnych, w których nie wykazano zależności wielkości resorpcji zębów siecznych górnych od wieku pacjentów, co nie zmienia faktu ze resorpcja wierzchołkowa korzeni w moim badaniu u pacjentów dorosłych była znacznie wyższa. Badanie własne bowiem opierało się na ocenie wszystkich sekwencji zębowych i zależność resorpcji od wieku pacjentów wykazano w obrębie zębów pozostałych sekwencji zębowych.

Analizę wielkości resorpcji wierzchołkowej korzeni na podstawie zdjęć pantomograficznych, podobnie jak w badaniach własnych przeprowadzili Rakhshan i wsp. (2012). Autorzy ci wykonali badania na grupie 132 pacjentów, z których 63,3% stanowiły kobiety. W pracy własnej nie analizowano zależności między płcią badanych, gdyż w materiale badanym rozkład płci był nieproporcjonalny. Badacze analizowali długości korzeni zębów siecznych przyśrodkowych i bocznych w szczęce. Wykazali oni występowanie resorpcji zębów siecznych górnych u 91,8% badanych przypadków, natomiast częstość resorpcji o istotnym znaczeniu klinicznym u 44,7%. Autorzy ci wykazali wysoki procent korzeni zębów z resorpcją podobnie jak w badaniu własnym, pomimo że dobór pacjentów wykluczał tych, u których występowałyby czynniki ryzyka zwiększonej resorpcji korzeni zębów. Średnia wartość resorpcji wierzchołkowej korzeni zębów siecznych górnych wyniosła 1,37 mm w cytowanej pracy. W moim badaniu natomiast średnia wartość resorpcji zębów siecznych wyniosła 0,95 mm, ale zdjęcia kontrolne, na podstawie których porównywano długości korzeni zębów, były wykonywane po upływie 6 do 12 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, a nie jak w przytoczonej pracy, po demontażu aparatu stałego. Z prezentowanego w części wstępnej przeglądu piśmiennictwa wynika bowiem, że czas jest czynnikiem resorpcjogennym. Średni wiek pacjentów w badaniu był odmienny od wieku pacjentów w materiale własnym i wynosił 16 ±3 lat. Badacze ci wykazali, że jednym z czynników resorpcji może być czas leczenia ortodontycznego, co może tłumaczyć zwiększenie resorpcji korzeni zębów w porównaniu do pomiarów własnych. Z przedstawionych badań wyraźnie wynika, że resorpcja wierzchołkowa korzeni zębów jest wykrywana podczas każdego leczenia ortodontycznego, a jej częstość jest coraz większa. Wyniki badań własnych potwierdzają, że u każdego pacjenta poddawanemu leczeniu ortodontycznemu należy spodziewać się wystąpienia resorpcji korzeni zębów na kontrolnych zdjęciach pantomograficznych.

Zgoła odmienne wyniki niż w badaniu własnym w zakresie częstości resorpcji wierzchołkowej korzeni uzyskali w nieco wcześniej wykonywanym badaniu Kowalska i wsp. (2011). Autorzy ci oceniali częstość występowania resorpcji w zębach siecznych szczęki i żuchwy na podstawie zdjęć pantomograficznych 60 pacjentów wykonywanych przed i po zakończeniu leczenia ortodontycznego. Autorzy opierając się na założeniu stałości szerokości korony zębów wprowadzali wskaźnik szerokościowo-długościowy mierzony w pikselach. W badaniach własnych wykorzystano wskaźnik proporcji długości korzenia do długości korony zębów. Zmiany tego wskaźnika w wynikach badań dają podobny obraz zmian w wielkości resorpcji korzeni zębów, co pomiary długościowe. Autorzy ci wykazali, że resorpcja korzeni zębów siecznych wystąpiła zaledwie w 10,38% przypadków, a jej nasilenie było niewielkie. Pomimo podobnej metodyki badania i liczebności materiału badanego jak w pracy własnej, autorzy uzyskali w wynikach znacznie niższy odsetek zębów z resorpcją wierzchołkową korzeni. Powodem odmiennych wyników mógł być niższy wiek badanych pacjentów, który mieścił się w granicach 8 – 32 lat. Badacze nie sprecyzowali również liczby pacjentów w określonych przedziałach wiekowych, co znacznie utrudnia odniesienie do wyników własnych. Pomimo niewielkiego nasilenia resorpcji w zębach poddanych leczeniu ortodontycznemu, cytowani badacze wykazali, że zębami, które uległy największemu skróceniu były zęby sieczne przyśrodkowe górne, co potwierdziły badania własne. Niewielki odsetek zębów siecznych z resorpcją korzeni autorzy tłumaczyli faktem stosowania niewielkich sił podczas leczenia ortodontycznego aparatami stałymi. Doświadczenia własne przeprowadzone w oparciu o obserwację radiologiczną leczonych pacjentów potwierdzają, że stosowanie niewielkich sił w leczeniu ortodontycznym jest obecnie standardem w ortodoncji, natomiast nie przesądza to o zmniejszeniu lub braku oznak resorpcji wierzchołkowej korzeni zębów. Być może powodem tak niewielkiej wykrywalności zjawiska u autorów cytowanej pracy była rzadko stosowana metodyka badania. Wśród licznych pozycji piśmiennictwa nie znalazłam badań oryginalnych, w których metodyka pomiaru polegałaby na obliczaniu współczynnika szerokościowo-długościowego.

Do tej pory nie znalazłam również wśród licznych pozycji piśmiennictwa analizy zależności wielkości resorpcji korzeni zębów bocznych na zdjęciach pantomograficznych od wieku pacjentów. Ponadto w polskim piśmiennictwie brakuje badań oryginalnych dotyczących wielkości resorpcji korzeni wszystkich zębów stałych

obciążonych elementami aparatu stałego, czyli takich, do których przykładana jest siła. W badaniu własnym wykazano zwiększenie resorpcji korzeni w zębach trzonowych i przedtrzonowych wraz ze wzrostem wieku pacjentów. Być może powodem wzrostu wartości resorpcji wierzchołkowej korzeni zębów bocznych u pacjentów dorosłych jest fakt coraz liczniej występujących zmian w przyzębiu, które dotyczą w większości pacjentów dorosłych. Różnice w wartości resorpcji korzeni zębów siecznych górnych przyśrodkowych i bocznych nie były zależne od wieku pacjentów. Większa resorpcja korzeni zębów wystąpiła natomiast w grupie pacjentów dorosłych w zębach siecznych dolnych, gdzie zwykle rozpoczyna się redukcja tkanek przyzębia. Wcześniej problem ten był sygnalizowany przez Sameshima i Sinclair (2001), którzy dowiedli, że nie istnieje zależność istotna statystycznie między wiekiem pacjentów a resorpcją korzeni zębów odcinka przedniego w łuku górnym, natomiast istnieje taka zależność w zębach odcinka przedniego w łuku dolnym. Autorzy ci przeprowadzili badania na grupie 868 pacjentów leczonych aparatami stałymi. Dokonali oni pomiarów długości wszystkich zębów w łuku górnym i dolnym, poza drugimi i trzecimi zębami trzonowymi. Metodyka ich badania była odmienna od własnej, opierała się bowiem na analizie zdjęć okołowierzchołkowych. Autorzy wykazali większą resorpcję korzeni dolnych zębów siecznych i kłów u pacjentów dorosłych niż u dzieci. Autorzy nie sprecyzowali wieku badanych pacjentów. W badaniu własnym uzyskano podobne wyniki w odcinku przednim łuku zębowego dolnego. Możliwym wytłumaczeniem tego zjawiska jest fakt, że u pacjentów dorosłych występuje zwykle pewne stłoczenie zębów odcinka przedniego w łuku dolnym, na skutek implozji łuku i mezjalnej siły wywieranej przez trzecie zęby trzonowe. Leczenie aparatem stałym powoduje zwykle wychylanie zębów siecznych dolnych, w celu niwelacji stłocz zębów. Jeżeli oni chcieli wykazać, że zęby są zakrzywione to użyli zdjęć wierzchoł a ja miałam inny cel. Jak już wspomniałam U pacjentów dorosłych dodatkowym problemem są choroby przyzębia, które potęgują negatywny wpływ przykładania siły ortodontycznej. Nowością w moim badaniu było wykazanie zwiększonej resorpcji korzeni w zębach trzonowych u pacjentów dorosłych. Uważam, że zbyt mało jest doniesień autorów na temat resorpcji korzeni zębów w odcinkach bocznych jamy ustnej i jej zależności od wieku pacjentów, a temat ten wymaga dalszych badań. Matsuda i wsp. (2011) wykazali zależność wielkości resorpcji korzeni zębów przedniego odcinka łuku zębowego od wieku pacjentów. Największe skrócenie korzeni wykazali oni w zębach siecznych łuku górnego i dolnego i kłach. Udowodnili oni, że wśród 243 badanych pacjentów resorpcja występowała częściej

u tych, którzy rozpoczynali leczenie ortodontyczne w wieku powyżej 20 lat. Autorzy ci użyli odmiennej metodyki niż metodyka własna, dokonali bowiem pomiarów długości korzeni zębów na zdjęciach okołowierzchołkowych. Z przytoczonych pozycji piśmiennictwa wynika, że dyskusja dotycząca zależności resorpcji korzeni od wieku pacjentów jest nadal otwarta. W moim badaniu resorpcja korzeni zębów trzonowych, przedtrzonowych, kłów i zębów siecznych dolnych była zależna statystycznie od wieku pacjentów.

W prezentowanej pracy oceniłam wpływ leczenia ortodontycznego aparatem stałym na długość korzeni zębów, porównując zdjęcia pantomograficzne wykonane przed leczeniem oraz po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia aktywnego leczenia ortodontycznego. We wszystkich badanych przeze mnie sekwencjach zębowych stwierdziłam istotne statystycznie skrócenie wierzchołków korzeni zębów. Czas wykonywania kontrolnych zdjęć pantomograficznych był podyktowany wynikami badań innych autorów. Levander i wsp. (1998) udowodnili, że zdjęcia kontrolne wykonywane po upływie 3 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego ujawniły, że resorpcja korzeni przekraczająca 0,5 mm występowała jedynie w niewielkiej liczbie przypadków. Badacze ci uznali, że wykonywanie zdjęć kontrolnych po upływie tak krótkiego czasu ma niewielką wartość diagnostyczną. Dlatego przy ustalaniu metodyki leczenia kierowałam się wynikami prac innych badaczy, którzy podali, że odpowiednim momentem do wykonania pierwszego zdjęcia kontrolnego w trakcie terapii aparatem stałym jest okres 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego. Prace innych autorów wskazują, że pomiary liniowe na zdjęciach pantomograficznych, dokonywane w płaszczyźnie wertykalnej w różnych odstępach czasu są miarodajną metodą do określania zmian w długości korzeni zębów (Stramotas i wsp. 2002). Również Artun i wsp. (2005) podali, że po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia zmiany w postaci resorpcji wierzchołkowej korzeni zaczynają być widoczne na pantomogramach. Wyniki mojej pracy potwierdzają zasadność wykonywania kontrolnych zdjęć pantomograficznych po upływie 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia aparatem stałym. Na wszystkich badanych przeze mnie korzeniach zębów wystąpiły ślady resorpcji wierzchołków. W swojej pracy oprócz pomiarów bezwzględnych wartości resorpcji wierzchołkowej korzeni zębów, dokonałam również porównania wielkości wskaźnika korona/korzeń na zdjęciach wyjściowych i kontrolnych. Większość autorów oceniało zmiany długości korzeni zębów na podstawie zdjęć pantomograficznych, jak w badaniu własnym lub okołowierzchołkowych wykonanych

w technice kąta prostego, co było podyktowane odmiennymi celami badań. Sameshima i wsp. (2001) sugerowali, że użycie metody oceny resorpcji korzeni zębów na pantomogramach może spowodować niedoszacowanie wielkości resorpcji wierzchołkowej korzeni zębów nawet o 20%, co jednak w przypadku metodyki własnej nie byłoby znaczące, gdyż dokonywałam oceny długości korzeni wszystkich zębów poddawanych działaniu sił ortodontycznych. Jeżeli badanie przeprowadzone byłoby na zdjęciach okołowierzchołkowych uzyskane zwiększenie wartości resorpcji potwierdziłoby jedynie wyniki własne. Na każdym badanym radiogramie okołowierzchołkowym wielkość resorpcji korzeni zwiększyłaby się o ułamek milimetra. Kokich (2008) dowiódł, że pantomogram jest zdjęciem rutynowo wykorzystywanym w diagnostyce ortodontycznej, a dwuwymiarowy obraz umożliwia ocenę resorpcji wierzchołków korzeni zębów, natomiast zmiany na powierzchniach bocznych korzenia nie są już wyraźnie obrazowane. Celem mojej pracy była ocena zmian długości korzeni zębów poddawanych działaniu sił ortodontycznych, dlatego zasadnym było wykonanie pomiarów na zdjęciach pantomograficznych, które obrazują pełne uzębienie, bez konieczności wielokrotnych naświetlań pacjentów. W badaniu własnym wszystkie radiogramy były analizowane pod kątem jakości, a zdjęcia nieczytelne zostały odrzucone.

W badaniu własnym przeprowadziłam również analizę zależności między wiekiem pacjentów a klasą Angle'a. W klasie I Angle'a nie wykazałam różnic istotnych statystycznie w długości korzeni oraz wielkości indeksu w żadnej z badanych sekwencji zębowych między grupami wiekowymi. W II klasie Angle'a wykazałam różnice istotne statystycznie w długości korzeni zębów trzonowych, przedtrzonowych i kłów między badanymi grupami wiekowymi, nie wykazałam różnic istotnych statystycznie w długości korzeni zębów siecznych górnych.

Mavragani i wsp. (2000) przeprowadzili badania na grupie 80 pacjentów leczonych aparatami stałymi z wadą zgryzu II klasy Angle'a podgrupy 1 (z protruzją zębów siecznych górnych). Średnia wieku badanych pacjentów wynosiła 12,7 lat (8-35,5 lat). Metodyka pomiarów autorów była odmienna od własnej, zakładała bowiem analizę zdjęć okołowierzchołkowych zębów siecznych górnych. Wśród 280 badanych zębów w 50 zębach stwierdzono wydłużenie korzeni (u pacjentów z niedokończonym formowaniem korzeni w momencie rozpoczęcia leczenia ortodontycznego).
W materiale własnym pacjenci z nieuformowanym wierzchołkiem na byli włączeni do badań. Autorzy stwierdzili większą liczbę korzeni zębów siecznych górnych bocznych z

resorpcją wierzchołkową u pacjentów dorosłych. Nie wykazali takiej zależności w korzeniach zębów siecznych górnych przyśrodkowych. W badaniu własnym nie wykazano zależności wielkości resorpcji korzeni zębów siecznych górnych od wieku pacjentów, wykazano natomiast taką zależność dla zębów siecznych dolnych. Autorzy ci w podsumowaniu badań stwierdzili, że ze względu na mniejsze ryzyko resorpcji korzeni u pacjentów młodych, leczenie ortodontyczne mające na celu uszeregowanie zębów odcinka przedniego powinno być rozpoczynane w okresie uzębienia mieszanego, a kolejna faza leczenia powinna być odroczona do czasu wyrznięcia pozostałych zębów stałych. Takie postępowanie może wydłużyć czas leczenia, ale poza działaniem zwiększającym estetykę uzębienia w odcinku przednim, ma również na celu ochronę zębów siecznych przed ryzykiem resorpcji wierzchołkowej korzeni. Wybiórcza ocena określonych sekwencji zębowych u cytowanych autorów, uniemożliwia przeprowadzenie analizy porównawczej. Sugestie sprzed 13 lat dotyczące zmian długości korzeni zębów siecznych bocznych w zależności od wieku pacjentów na skutek przykładanej siły ortodontycznej, sugerują konieczność kontynuacji badań w tym zakresie.

Podsumowując wszystkie badane radiogramy pacjentów, po wykluczeniu zdjęć pantomograficznych pacjentów podwyższonego ryzyka resorpcji korzeni zębów i pacjentów, których radiogramy były nieczytelne, należy uznać, że w każdym wieku leczenie ortodontyczne aparatem stałym powoduje skrócenie korzeni zębów. Stosowanie zdjęć pantomograficznych, rutynowo wykonywanych przy leczeniu ortodontycznym, do oceny resorpcji korzeni zębów umożliwia wykazanie niewielkich zmian również w korzeniach zębów odcinków bocznych jamy ustnej. Najbardziej dyskusyjnym problemem jest występowanie zwiększonej resorpcji korzeni zębów bocznych i zębów siecznych dolnych u pacjentów dorosłych, tym bardziej, że coraz więcej takich osób zgłasza się do leczenia ortodontycznego. U pacjentów dorosłych w trakcie leczenia aparatem stałym należy zwracać uwagę na kontrolnych zdjęciach pantomograficznych, oprócz długości korzeni zębów, również na współistniejące choroby przyzębia, które mogą nasilać procesy resorpcyjne. Stosowanie w leczeniu ortodontycznym wyciągów elastycznych może spowodować zwiększone ryzyko wystąpienia resorpcji korzeni w odcinkach bocznych jamy ustnej.

7. WNIOSKI

1. Obciążanie zębów elementami aparatu stałego w trakcie leczenia ortodontycznego, a więc przykładanie do nich siły ortodontycznej powoduje skrócenie korzeni.

2. Największe skrócenie wierzchołków korzeni zębów w analizowanej dokumentacji pantomograficznej występuje w korzeniach górnych zębów przednich, a najmniejsze w korzeniach zębów bocznych, zatem należy zwracać szczególną uwagę na korzenie zębów przednich w trakcie leczenia ortodontycznego.

3. Resorpcja korzeni zębów siecznych dolnych oraz zębów odcinka bocznego jest zależna od wieku pacjentów, co świadczy że należy z wielką ostrożnością niwelować stłoczenia zębów siecznych dolnych oraz przemieszczać zęby odcinka bocznego u pacjentów dorosłych, natomiast resorpcja korzeni zębów przednich górnych jest niezależna od wieku pacjentów.

4. W wadzie zgryzu I klasy Angle'a nie występuje zależność resorpcji korzeni zębów od wieku pacjentów, zatem leczenie ortodontyczne tych wad zgryzu nie jest obciążone zwiększonym ryzykiem resorpcji korzeni.

5. W wadzie zgryzu II klasy Angle'a stwierdzono zależność wielkości resorpcji zębów trzonowych, przedtrzonowych i kłów od wieku pacjentów, zatem terapia ortodontyczna u pacjentów dorosłych w wadach dotylnych powinna być wykonywana przy zastosowaniu niewielkich sił ortodontycznych.

6. Ze względu na fakt, że resorpcja korzeni zębów bocznych i zębów siecznych dolnych była większa u pacjentów dorosłych, lekarze ortodonci powinni zwracać uwagę na długość korzeni tych zębów na kontrolnych zdjęciach pantomograficznych podczas leczenia ortodontycznego aparatami stałymi.

8. STRESZCZENIE

Resorpcja wierzchołkowa korzeni zębów stałych jest jednym z jatrogennych powikłań leczenia ortodontycznego prowadzącym do utraty twardych struktur korzeni zęba i kości wyrostka zębodołowego.

Celem pracy była

1. Ocena długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona na zdjęciach pantomograficznych wykonywanych: przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego (T_0) i po upływie 6 do 12 miesięcy od przyłożenia siły ortodontycznej do zębów (T_1) u pacjentów należących do trzech różnych grup wiekowych (gr. 1, 2, 3)
2. Porównanie długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona w czasie T_0 i T_1pomiędzy poszczególnymi sekwencjami zębowymi
3. Porównanie długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona w czasie T_0 i T_1pomiędzy poszczególnymi sekwencjami zębowymi w zależności od wieku pacjentów, w którym rozpoczynane było leczenie ortodontyczne
4. Porównanie długości korzeni zębów i wielkości wskaźnika korzeń/korona w czasie T_0 i T_1pomiędzy poszczególnymi sekwencjami zębowymi u pacjentów należących do trzech różnych grup wiekowych (gr. 1, 2, 3) w zależności od klasyfikacji Angle'a (I i II klasa Angle'a)

Materiał badany stanowiła dokumentacja ortodontyczna, radiologiczna i modele diagnostyczne 55 pacjentów w wieku od 15 do 55 lat.

Dokumentację pacjentów podzielono w zależności od wieku pacjenta w momencie rozpoczęcia terapii ortodontycznej na trzy grupy wiekowe. Spośród pełnej bazy dokumentacji pacjentów leczonych wybrano te przypadki, które spełniały następujące wymagania: pacjenci leczeni byli przeze mnie, posiadali pełną dokumentację medyczną, w tym zdjęcie pantomograficzne wyjściowe i wykonane po upływie od 6 do 12 miesięcy od rozpoczęcia leczenia. Pierwszą grupę badaną (gr.1) stanowiła młodzież między 15 a 20 rokiem życia (21 pacjentów, w tym 11 pacjentów z I klasą Angle'a, 10 pacjentów z II klasą Angle'a), drugą grupę (gr.2) stanowili młodzi dorośli między 20 a 25 rokiem życia (17 pacjentów, w tym 11 pacjentów z I klasą Angle'a, 6 pacjentów z II klasą Angle'a), trzecią grupę (gr.3) stanowiły osoby dorosłe powyżej 25 roku życia (17 pacjentów, w tym 9 pacjentów z I klasą Angle'a, 8 pacjentów z II klasą Angle'a).

Metodyka obejmowała badanie podmiotowe i przedmiotowe pacjenta, badanie modeli diagnostycznych i badanie radiologiczne. Dokonywano analizy pantomogramu wyjściowego i wykonanego w trakcie aktywnej fazy leczenia w czasie od 6 do 12 miesięcy od rozpoczęcia leczenia aparatem stałym. Na zdjęciach pantomograficznych dokonywano oceny długości korzeni i koron wszystkich zębów obciążonych elementami aparatu stałego i obliczano wskaźnik korzeń/korona, nazywany zamiennie indeksem (Hölttä i wsp.2004) zgodnie ze wzorem:

$$I = R/C$$

gdzie: I- indeks, R - korzeń, C – korona

Wyniki: we wszystkich grupach wiekowych wykazano statystycznie istotne skrócenie korzeni zębów na pantomogramach kontrolnych w porównaniu do pantomogramów wyjściowych. Największemu skróceniu uległy korzenie zębów odcinka przedniego w łuku górnym, a najmniejszemu skróceniu uległy korzenie zębów w odcinkach bocznych. Resorpcja wierzchołkowa korzeni zębów trzonowych, przedtrzonowych i kłów była zależna od wieku pacjentów, największa w grupie pacjentów dorosłych. W wadzie zgryzu I klasy Angle'a nie wykazano różnic istotnych statystycznie w wielkości skrócenia korzeni zębów ani indeksu badanych sekwencji zębowych między grupami wiekowymi. W wadzie zgryzu II klasy Angle'a stwierdzono większe skrócenie korzeni zębów trzonowych, przedtrzonowych i kłów u pacjentów dorosłych.

Wnioski:

1. Obciążanie zębów elementami aparatu stałego w trakcie leczenia ortodontycznego, a więc przykładanie do nich siły ortodontycznej powoduje skrócenie korzeni, niezależnie od wieku pacjenta.
2. Największe skrócenie wierzchołków korzeni zębów w analizowanej dokumentacji pantomograficznej występuje w korzeniach zębów przednich,

a najmniejsze w korzeniach zębów bocznych, zatem należy zwracać szczególną uwagę na korzenie zębów przednich w trakcie leczenia ortodontycznego.

3. Resorpcja korzeni zębów siecznych dolnych oraz zębów odcinka bocznego jest zależna od wieku pacjentów, co świadczy że należy z wielką ostrożnością niwelować stłoczenia zębów siecznych dolnych oraz przemieszczać zęby odcinka bocznego u pacjentów dorosłych, resorpcja korzeni zębów przednich górnych jest niezależna od wieku pacjentów.

4. W wadzie zgryzu I klasy Angle'a nie występuje zależności resorpcji korzeni zębów od wieku pacjentów, zatem leczenie ortodontyczne tych wad zgryzu nie jest obciążone zwiększonym ryzykiem resorpcji korzeni.

5. W wadzie zgryzu II klasy Angle'a stwierdzono zależność wielkości resorpcji zębów trzonowych, przedtrzonowych i kłów od wieku pacjentów, zatem terapia ortodontyczna u pacjentów dorosłych w wadach dotylnych powinna być wykonywane przy zastosowaniu niewielkich sił ortodontycznych.

6. Ze względu na fakt, że resorpcja korzeni zębów bocznych i zębów siecznych dolnych była większa u pacjentów dorosłych, lekarze ortodonci powinni zwracać uwagę na długość korzeni tych zębów na kontrolnych zdjęciach pantomograficznych podczas leczenia ortodontycznego aparatami stałymi.

8. ABSTRACT

Root resorption is one of the undesirable consequence of orthodontic treatment that leads to loss of hard tissues of teeth and surrounding bone. The purpose of the study was:

1. Assessment of root length and value of root/crown index on the basis of orthopantomographs made: before starting the treatment (T0) and after 6 to 12 months after starting the treatment in patient belonging to three different age groups.
2. Comparative analysis of root length and index value in different tooth sequence in T0 and T1.
3. Comparative analysis of root length and index value in different tooth sequence in T0 and T1among patients in different age during start of the treatment.
4. Comparative analysis of root length and index value in different tooth sequence in T0 and T1among patients in different age during start of the treatment in different malocclusion based on the Angle classification.

The research material was collected from orthodontical and radiological documentation and dental casts analysis of 55 patients aged from 15 to 55 years. Patients were divided into 3 groups: first group (gr.1) consisted of 21 adolescent aged from 15 to 20 years, second group (gr. 2) consisted of 17 young adults aged from 20 to 25 years, third group (gr.3) consisted of 17 adults aged from 25 to 55 years. Anamnestic and clinical examination, dental cast analysis and radiological examination were collected. Radiological analysis of the orthopanthomogram was made at the start of the treatment and after 6 to 12 months of active treatment. On the panoramic radiogram the length of the root and crown was evaluated and root/crown index was calculated (Hölttä and co. 2004) according to the formula:

I=R/C, where: I – index, R – root, C - crown

Results: in all groups statistically significant differences between root length and index values were established. The biggest decrease in root length was found in the anterior part of the upper arch and the lowest decrease was found in the posterior parts of oral cavity. Root shortening of the molars, premolars, canines and lower incisors was significantly associated with age, bigger in adults than young adults and adolescents. In the I Angle class malocclusion root shortening wasn't associated with patient age. In the

II Angle class malocclusion root resorption of molars, premolars and canines was significantly bigger in adult patients.

Conclusions:

1. Apical root resorption is a consequence of orthodontic treatment, regardless the age of the patient.
2. The biggest root shortening was found in anterior part of upper dental arch, the lowest – in posterior parts of dental arch. It means that upper incisors should be treated with special care during the orthodontic treatment.
3. Root resorption of lower incisors and teeth from lateral parts of oral cavity is associated with the age of the patient, what confirm that leveling of crowded lower incisors and movements in lateral parts of oral cavity should be performed very delicate especially in adult patient. Root resorption of upper incisors is not associated with age.
4. In I Angle class malocclusion root resorption is not associated with patient age, thus treatment of this malocclusion is relatively safe.
5. In II Angle class malocclusion root resorption of molars, premolars and canine is significantly associated with age, this revealed that all tooth movement in distal malloclusion in adult patients should be performed with low forces.
6. The doctors performing the orthodontic treatment in adult patients should take care about the roots of lateral teeth and lower incisors, because root resorption of these teeth was significantly larger.

9. PIŚMIENNICTWO

1. Acar A., Canyurek U., Kocaaga M., Erverdi N. Continuous vs. dis-continuous force application and root resorption. Angle Orthodontics. 1999, 69, 159-163
2. Al-Qawasmi R.A., Hartsfield J.K. Jr, Everett E.T. et al. Genetic predisposition to external apical root resorption in orthodontic patients: linkage of chromo-some-18marker. Journal of Dental Reasarches. 2003, 82, 356-60
3. Artun J., Smale I., Behbehani F., Doppel D., Van't Hof M., Kuijpers-Jagtman A.M. Apical root resorption six and 12 months after initiation of fixed orthodontic appliance therapy. Angle Orthodontics. 2005, 75, 919-926
4. Artun J., Hullenaar R. V., Doppel D., Kuijpers-Jagtman A. M. Identification of orthodontic patients at risk of severe apical root resorption. American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics. 2009, 135, 448-455
5. Apajalahti S., Peltola J. S. Apical root resorption after orthodontic treatment — a retrospective study. European Journal of Orthodontics. 2007, 29, 408–412
6. Balducci L., Ramachandran A., Hao J., Narayanan K., Evans C., George A. Biological markers for evaluation of root resorption. Archives of Oral Biology. 2007, 52, 203-208
7. Ballard DJ., Jones AS., Petocz P., Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: part 11. Continuous vs intermittent controlled orthodontic forces on root resorption. A microcomputed-tomography study. American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics. 2009, 136, 1-8
8. Bartley N.,Türk T., Colak C., Elekdağ-Türk S., Jones A., Petocz P., Darendeliler M.A. Physical properties of root cementum: Part 17. Root resorption after the application of 2.5° and 15° of buccal root torque for 4 weeks: A microcomputed tomography study. American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics**.** 2011, 139, 353-360
9. Bastos Lages EM., Drummond AF., Pretti H., Costa FO., Lages EJ., Gontijo AI., Miranda Cota LO., Brito RB Jr .Association of functional gene polymorphism IL-1beta in patients with external apical root resorption. American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics. 2009, 136, 542-546

10. Bender J.B., Byers M.R., Mori K. Periapical replacement resorption of permanent, vital, endodontically treated incisors after orthodontic movements: report of two cases. Journal of Endodontics. 1997, 23, 768-773
11. Brezniak N., Wasserstein A. Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part I: the basic science aspects. The Angle Orthodontist. 2001, 72, 175-179
12. Brin I., Tulloch J.F.C., Koroluk L. External root resorption in Class II malocclusion: a retrospective review of 1-versus 2-phase treatment. American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics. 2003, 124, 151-156
13. Chan E. K. M., Petocz P., Darendeliler M. A. Validation of two-dimensional measurements of root resorption craters on human premolars after 28 days of force application. European Journal of Orthodontics. 2005, 27, 390-395
14. Chan E., Darendeliler M. A. Physical properties of root cementum: Part 5. Volumetric analysis of root resorption craters after application of light and heavy orthodontic forces. American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics. 2005, 127, 186-195
15. Chan E., Darendeliler M.A. Physical properties of root cementum: Part 7. Extend of root resorption under areas of compression and tension. American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics. 2006, 129, 504-510
16. Chiqueto K., Martins D.R., Janson G. Effects of accentuated and reversed curve of Spee on apical root resorption. American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics. 2008, 133, 261-268
17. Choi J.W. Assessment of panoramic radiography as a national oral examination tool: review of the literature. Imaging Science in Dentistry. 2011, 41, 1-6
18. Costopoulos G., Nanda R. An evaluation of root resorption incident to orthodontic intrusion. American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics. 1996, 109, 543-548
19. DeShields R.A. Study of Root Resorption in Treated Class II, Division I Malocclusions. The Angle Orthodontist. 1969, 39, 231-245
20. De Freitas M. R., Beltrâo R. T. S., Janson G., Henriques J. F. C., Chiqueto K. Evaluation of root resorption after open bite treatment with and without extractions. American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics. 2007, 132, 15-22
21. Dudic A., Giannopoulou C., Leuzinger M., Kiliaridis S.: Detection of apical root resorption after orthodontic treatment by using panoramic radiography and cone-

beam computed tomography of super-high resolution. American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics. 2009, 135, 434-437

22. Esteves T., Ramos A. L., Pereira C. M., Hidalgo M. M. Orthodontic root resorption of endodontically treated teeth. Journal of Endodontics. 2007, 33, 119-122
23. Faltin, R.M.; Faltin, K.; Sander, F.G.; Arana Chavez, V.E. Ultrastructure of cementum and periodontal ligament after continuous intrusion in humans: a transmission electron microscopy study. European Journal of Orthodontics. 2001, 23, 35-49
24. Freitas M. R., Beltrão R. T. S., Janson G., Henriques J. F. C., Chiqueto K. Evaluation of root resorption after open bite treatment with and without extractions. American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics. 2007, 132, 115-122
25. Fritz U., Diedrich P., Wiechmann D. Apical root resorption after lingual orthodontic therapy. Journal of Orofacial Orthopedics. 2003, 64, 434-42
26. George A., Evans CA. Detection of root resorption using dentin and bone markers. Orthodontical Craniofacial Researches. 2009, 12, 229-235
27. Harris, D.A., Jones A.S., Darendeliler M.A. Physical properties of root cementum: part 8. Volumetric analysis of root resorption craters after application of controlled intrusive light and heavy orthodontic forces: a microcomputed tomography scan study. American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics. 2006, 130, 639-47
28. Heo M., Lee S., Lee K., Choi H., Choi S., Park T. Quantitative analysis of apical root resorption by means of digital subtraction radiography. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology. 2001, 91, 369-373
29. Holberg C., Steinhäuser S., Geis P., Rudzki-Janson I. Cone-beam computed tomography in orthodontics: benefits and limitations. Journal of Orofacial Orthopedics. 2005, 66, 434--444
30. Hölttä P., Nyström M., Evälahti M., Alaluusua S. Root-crown ratios of permanent teeth in a healthy Finnish population assessed from panoramic radiographs. European Journal of Orthodontics. 2004, 26, 491-497
31. Ioannidou-Marathiotou I., Zafeiriadis A., Papadopoulos M. Root resorption of endodontically treated teeth following orthodontic treatment: a meta-analysis. Clinical Oral Investigations Journal. 2012
32. Jankowska J., Antoszewska J. Co wiemy o resorpcji? Przegląd piśmiennictwa. Journal of Stomatology. 2012, 4, 578-587

33. Janson GR., De Luca Canto G., Martins DR., Henriques JF., De Freitas MR. A radiographic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with 3 different fixed appliance techniques. American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics. 2000, 118, 262-73
34. Jędrychowski W., Penar A. Statystyczna analiza wyników badań naukowych w medycynie i biologii. Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego Kraków 2001, wyd.1
35. Jung Y., Cho B. External root resorption after orthodontic treatment: a study of contributing factors. Imaging Science in Dentistry. 2011, 41, 17-21
36. Jurkiewicz-Mazurek M., Kiciński M., Kubera N., Różyło T.K. Radiografia subtrakcyjna w stomatologii. Magazyn Stomatologiczny. 2008, 196, 38-40
37. Kalukin J., Gandurska-Dyga M., Gończowski K. Resorpcje korzeni zębów i przyzębia jako jedne z powikłań leczenia ortodontycznego – przegląd literatury. Poradnik Stomatologiczny. 2004, 6, 20-22
38. Ketcham AH. A preliminary report of an investigation of apical root resorption of vital permanent teeth. International Journal of Orthodontics. 1927, 13, 97-127
39. Ketcham AH. A progress report of an investigation of apical root resorption of vital permanent teeth. International Journal of Orthodontics. 1929, 15, 310-328
40. Kitahara T., Takashima R., Nakasima A., Kurahara S. Orthognatic treatment case after severe root resorption in the early treatment stage. Othodontic Waves. 2009, 68, 28-35
41. Kim E., Han W., Choi J., Jung Y, Yoon S., Lee J. Diagnostic reference levels in intraoral dental radiography in Korea. Imaging science in dentistry. 2012, 42, 237-242
42. Kiyak H.A. Does orthodontic treatment affect patients' quality of life? Journal of Dental Education. 2008, 72, 886-894
43. Komorowska A., Marzec D., Dunin-Wilczyńska I. Ewolucja poglądów na zęby leczone endodontycznie u pacjentów ortodontycznych. Forum Ortodontyczne. 2006, 2, 33-38
44. Kokich V. Orthodontic and non-orthodontic root resorption: their impact on clinical dental practice. Journal of Dental Education. 2008, 72, 895-902

45. Kowalska E., Klimek L., Śmiech-Słomkowska G. Resorpcje korzeni po leczeniu ortodontycznym; stosunek szerokości do długości zęba. Forum Ortodontyczne. 2011, 7, 186-188
46. Kook Y., Park S., Sameshima G. T. Peg-shaped and small lateral incisors not at higher risk for root resorption. American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics. 2003, 123, 253-258
47. Krzyżostaniak J., Surdacka A. Rozwój wybranych technik radiologicznych w aspekcie obrazowania szczękowo-twarzowego. Nowiny lekarskie. 2010, 79, 249-253
48. Krzyżostaniak J., Kulczyk T., Surdacka A. Rozwój i znaczenie subtrakcji komputerowej w radiologii stomatologicznej – przegląd piśmiennictwa. Dental Forum. 2011, 39, 49-53
49. Kuperstein R. External apical root resorption of the maxillary central incisor in anterior open bite malocclusion. American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics. 2005, 127, 393-394
50. Lamster I.B. The relationship of β-glucuronidase activity in crevicular fluid to clinical parameters of periodontal disease: Findings from a multicenter study. Journal of Clinical Periodontology. 1994, 21, 118-127
52. Langlois J., Kalakanis L., Rubenstein A., Larson A., Hallam M. Maxims or myths of beauty? A meta-analytic and theoretical review. Psychological Bulletin. 2000, 126, 390–423
53. Langland O. E., Langlais R. P., Mc David W. D., del Balso A. M. Panoramic radiography, 2nd edn. Saunders Company. Philadelphia. 1989, 52-57
54. Lascala C.A., Panelly J., Marques M.M., Analysis of the accuracy of linear measurements obtained by cone beam computed tomography (CBCT-NewTom). Dentomaxillofac Radiology. 2004, 33, 291-294
55. Leach H. A., Ireland A. J., Whaites E. J. Radiographic diagnosis of root resorption in relation to orthodontics. British Dental Journal. 2001, 190, 16-22
56. Lee R. Y., Artun J., Alonzo T. A. Are dental anomalies risk factors for apical root resorption in orthodontic patients? American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics. 1999, 116, 187-195

57. Levander, E., Malmgren, O., Eliasson, S. Evaluation of root resorption in relation to two orthodontic treatment regimes. A clinical experimental study. European Journal of Orthodontics. 1994, 16, 3, 223-228
58. Levander E., Bajka R., Malmgren O. Early radiographic diagnosis of apical root resorption during orthodontic treatment: a study of maxillary incisors. European Journal of Orthodontics. 1998, 20, 57-63
59. Linhartova P., Cernochowa P., Izakovicova Holla L. IL 1 gene polymorphism in relation to external apical root resorption concurrent with orthodontia. Oral Diseases Journal. 2012, 12, 01-25
60. Lind V. Short root anomaly. Scandinavian Journal of Dental Reaserches. 1972, 80, 85-93
61. Liou E.J.W., Chang P.M.H. Apical root resorption in orthodontic patients with en-masse maxillary anterior retraction and intrusion with miniscrews. American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics. 2010, 137, 207-212
62. Liu D.G., Zhang W.L., Zhang Z.Y., Wu Yt, MA X.C. Localization of impacted maxillary canines and observation of adjacent incisor resorption with cone-beam computed tomography. Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology 2008, 105, 91--98
63. Lupi J.E., Handelman Ch.S., Sadowsky C. Prevalence and severity of apical root resorption and alveolar bone loss in orthodontically treated adults. American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics. 1996, 109, 28-37
64. Mah J., Prasad N. Dentine phosphoproteins in gingival crevicular fluid during root resorption. European Journal of Orthodontics. 2004, 26, 25-30
65. Mandall N., Lowe C., Worthington H. Which orthodontic archwire sequence? A randomized clinical trial. European Journal of Orthodontics. 2006, 28, 61-66
66. Marques L.S., Ramos-Jorge M.L., Rey A.C., Armond M.C., Oliveira Ruellas A.C. Severe root resorption in orthodontic patients treated with the edgewise method: prevalence and predictive factors. American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics. 2010, 137, 384-388
67. Marques L. S., Chaves K. Ch. T., Rey A., C., Pereira L., J. Severe root resorption and orthodontic treatment: Clinical implications after 25 years of follow-up. American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics. 2011, 139, 166-169
68. Marmulla R., Wörtche R., Mühling J., Hassfeld S. Geometric accuracy of the NewTom 9000 cone beam CT. Dentomaxillofac Radiology. 2005, 34, 28--31

74. Mavragani M., Vergari A., Selliseth N. J., Bøe O. E., Wisth P. J. A radiographic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with a standard edgewise and a straight-wire edgewise technique. European Journal of Orthodontics. 2000, 22, 665-666
75. Motokawa M., Terao A., Kaku M., Kawata T., Gonzales C., Darendeliler M. A., Tanne K. Open bite as a risk factor for orthodontic root resorption. European Journal of Orthodontics. 2013, 9, 123-126
76. Ono E., Filho E. M., Leite H. F., Oshiro Tanaka J. L., De Moraes M. E. L., De Melo Castilho J. C. Evaluation of simulated external root resorptions with digital radiography and digital subtraction radiography. American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics. 2011, 139, 324-333
77. Owman-Moll P., Kurol J., Lundgren D. The effects of a four-fold increased orthodontic force magnitude on tooth movement and root resorptions. An intra-individual study in adolescents. European Journal of Orthodontics. 1996, 18, 287-294
78. Pandis N., Nasika M., Polychronopoulou A., Eliades T. External apical root resorption in patients treated with conventional and self-ligating brackets. American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics. 2008, 134, 646-651
79. Parker R. J., Harris E. F. Directions of orthodontic tooth movements associated with external apical root resorption of the maxillary central incisor. American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics. 1998, 114, 677-683
80. Proteasa C. T., Ionescu E., Proteasa E., Comes C. A., Buzea M.-C., Gramescu A. Orthodontically induced root resorption correlated with morphological characteristics. Romanian Journal of Morphology and Embryology. 2009, 50, 257–262
81. Paetyangkul A., Türk T., Elekdağ-Türk S., Jones A. S., Petocz P., Cheng L. L., Darendeliler M. A. Physical properties of root cementum: Part 16. Comparisons of root resorption and resorption craters after the application of light and heavy continuous and controlled orthodontic forces for 4, 8, and 12 weeks. American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics. 2011, 139, 279-284
82. Rakhshan V., Nateghiant N., Ordoubazari M. Risk factors associated with external apical root resorption of the maxillary incisors: a 15-year retrospective study. Australian Orthodontical Journal. 2012, 28, 51-56

83. Ramanathan C., Hofman Z. Root resorption during orthodontic tooth movements. European Journal of Orthodontics. 2009, 31, 578-583
84. Sameshima G.T., Sinclair P.M. Predicting and preventing root resorption: Part I. Diagnostic factors. American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics. 2001, 119, 505-510
85. Sameshima G.T., Sinclair P.M. Predicting and preventing root resorption: Part II. Treatment factors. American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics. 2001, 119, 511-515
86. Samorodnitzky-Naveh G.R., Geiger S.B., Levin L. Patients'satisfaction with dental esthetics. Journal of the American Dental Association. 2007, 138, 805-808
87. Scott P., Di Biase A.T., Sherriff M., Cobourne M.T. Alignment efficiency of Damon3 self-ligating and conventional orthodontic bracket systems: a randomized clinical trial. American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics. 2008, 134, 1-8
88. Sehr K., Bock N. Ch., Serbesis Ch., Hönemann M., Ruf S. Severe external apical root resorption - local cause or genetic predisposition? Journal of Orofacial Orthopedics. 2011, 72, 321-331
89. Smale I., Artun J., Behbehani F., Doppel D., Van't Hof M., Kuijpers-Jagtman A.M. Apical root resorption 6 months after initation of fixed orthodontic appliance therapy. American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics. 2005, 128, 57-67
90. Stramotas R., Geently JP., Petocz P., Darendeliler M. A. Accuracy of linear and angular measurements on panoramic radiographs taken at various positions in vitro. European Journal of Orthodontics. 2002, 24, 43-52
91. Tomoyasu Y., Yamaguchi T., Tajima A., Inoue I., Maki K. External apical root resorption and interleukin-1B gene polymorphism in the Japanese population. Orthodontic Waves. 2009, 68, 152-157
92. Topkara A., Karaman A., Kau C. Apical Root resorption caused by orthodontic for ces: A brief review and a long-term observation. European Journal of Dentistry. 2012, 6, 445-453
93. Welland F. Constant versus dissipating forces in orthodontics: the effect on initial tooth movement and root resorption. European Journal of Orthodontics. 2003, 25, 335-342

94. Weltman B., Vig K.W., Fields H.W., Shanker S., Kaizar E. E. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: a systematic review. American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics. 2010, 137, 462-476
95. Wörtche R., Hassfeld S., Lux C.J., Müssig E., Hensley F.W., Krempien R. Clinical application of cone beam digital volume tomography in children with cleft lip and palate. Dentomaxillofacial Radiology. 2006, 35, 88-94
96. Villa P.A., Oberti G., Moncada C.A., Vasseur O., Jaramillo A., Tobón D., Agudelo J.A. Pulp-dentine complex changes and root resorption during intrusive orthodontic tooth movement in patients prescribed nabumetone. Journal of Endodontics. 2005, 31, 61-66
97. Zhang J., Zhang W. J., Wang X. X., Ma S.L., Chen D.Y. Correlation study between sex and age of patients and root resorption after orthodontic treatment. Shanghaj Kou Quang Yi Xue. 2005, 14, 452-455

ANEKS

Załącznik 1 Karta badania ortodontycznego

Załącznik 2 Dokumentacja wybranych przypadków

Załącznik 1

KARTA BADANIA ORTODONTYCZNEGO

Imię. …… Nazwisko ……..
Adres zamieszkania
……
Data urodzenia ……Wiek ……. .
PESEL ……..
Telefon kontaktowy ……

I. Wywiad chorobowy (przebyte choroby)

1) żółtaczka	TAK	☐	NIE	☐
2) zapalenie stawów	TAK	☐	NIE	☐
3) AIDS	TAK	☐	NIE	☐
4) cukrzyca	TAK	☐	NIE	☐
5) epilepsja	TAK	☐	NIE	☐
6) alergia	TAK	☐	NIE	☐
7) choroby nerek	TAK	☐	NIE	☐
8) choroby serca	TAK	☐	NIE	☐
9) choroby płuc	TAK	☐	NIE	☐
10) schorzenia laryngologiczne	TAK	☐	NIE	☐
11) krzywica	TAK	☐	NIE	☐
12) częste przeziębienia	TAK	☐	NIE	☐
13) czy pacjent przyjmuje na stałe leki	TAK	☐	NIE	☐
14) zabiegi operacyjne	TAK	☐	NIE	☐

Jakie (proszę wymienić)

II. Wywiad stomatologiczny.

Żucie pokarmów — chętne ☐ leniwe ☐ obustronne ☐ jednostronne ☐

Forma oddychania : przez nos ☐ przez usta ☐ mieszana ☐

Parafunkcja
- ssanie palca ☐ policzka ☐
- wargi ☐ smoczka ☐
- przygryzanie języka ☐
- obgryzanie paznokci ☐
- obgryzanie ołówka długopisu ☐
- Zaciskanie zębów ☐
  - w nocy ☐ w dzień ☐
  - w stresie ☐
- mowa wyraźna ☐
- seplenienie ☐

1) Czy pacjent jest pod stałą kontrolą stomatologiczną — TAK ☐ NIE ☐

ostatni przegląd stomatologiczny

2) Czy pacjent odczuwa trzaski, bóle w okolicach SSŻ

3) Czy pacjent miał uraz okolicy zębów — TAK ☐ NIE ☐

4) Czy pacjent miał uraz okolicy twarzy — TAK ☐ NIE ☐

5) Czy pacjent miał uraz okolicy szczęk — TAK ☐ NIE ☐

6) Czy było proponowane leczenie ortodontyczne — TAK ☐ NIE ☐

TAK ☐ NIE ☐

kiedy :

7) Czy było prowadzone leczenie ortodontyczne — TAK ☐ NIE ☐

kiedy :

jak długo :

8) Rodzaj stosowanego aparatu — stały ☐ ruchomy ☐

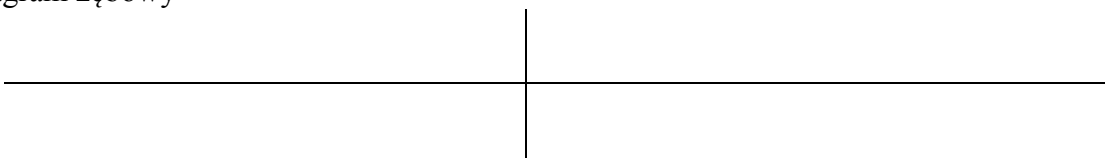
III. Badanie zewnątrzustne

1) płaszczyzna strzałkowa …….. ,
2) płaszczyzna oczodołowa …… ,
3) płaszczyzna frankfurcka ……. ,

4) profile wg Ricetsa	wypukły	☐		
	wklęsły	☐		
	pośredni	☐		
5) napięcie mięśni okrężnych ust	prawidłowe	☐		
	hipertoniczne	☐		
	hipotoniczne	☐		
6) warga górna	prawidłowa	☐	skrócona	☐
7) warga dolna	prawidłowa	☐	wysunięta	☐
8) język w spoczynku	za zębami	☐	między	☐
9) symetria twarzy	symetryczna	☐		
9) symetria twarzy	przesunięta w lewo	☐	przesunięta w prawo	☐

IV. Badanie wewnątrzustne.

Diagram zębowy



W – wypełnienia, P - próchnica; R - korzeń; U -usunięty

1) błona śluzowa	różowa	☐	wilgotna	☐
2) wędzidełka języka	krótkie	☐	długie	☐
	prawidłowe	☐	długie	☐
3) przyczep wędzidełka wargi górnej	dziąsłowy	☐	śluzówkowy	☐
	penetrujacy brodawkę	☐		
4) przyczep wędzidełka wargi dolnej	dziąsłowy	☐	śluzówkowy	☐
	penetrujacy brodawkę	☐		
5) wysklepienie podniebienia	wysokie	☐	średnie	☐
	płaskie	☐		

6) klasy Anglea

	strona lewa	strona prawa
Na trzonowcach		
Na kłach		

7) ustawienie linii środkowej

szczęki prawidłowe ☐

przesunięte ☐ L ☐ P ☐

żuchwy prawidłowe ☐

przesunięte ☐ L ☐ P ☐

8) nagryz poziomy prawidłowy ☐ mm

powiększony ☐ mm

pomniejszony ☐ mm

nagryz pionowy prawidłowy ☐ mm

powiększony ☐ mm

pomniejszony ☐ mm

9) ułożenie języka prawidłowe ☐ między zębami ☐

10) ocena kształtu poszczególnych zębów .

11) ocena liczby zębów

12) ustawienia poszczególnych zębów.

13) łuk górny : w normie ☐ poszerzony ☐ zwężony ☐

są szpary ☐ stłoczenia ☐

skrócony ☐ wydłużony ☐

14) łuk dolny : w normie ☐ poszerzony ☐ zwężony ☐

są szpary ☐ stłoczenia ☐

skrócony ☐ wydłużony ☐

V. Ocena modeli diagnostycznych.

1) płaszczyzna strzałkowa
2) płaszczyzna oczodołowa
3) płaszczyzna frankfurcka

VI. Ocena zdjęć pantomograficznych:

1) liczba zębów
2) obecność zębów dodatkowych
3) kształt korzeni zębów
4) obecność trzecich zębów trzonowych
5) zęby leczone kanałowo

Załącznik 2

DOKUMENTACJA WYBRANYCH PRZYPADKÓW

- Pacjentka Z. K.

Wiek w czasie T0: 16 lat i 6 miesięcy, grupa 1 (młodzież)

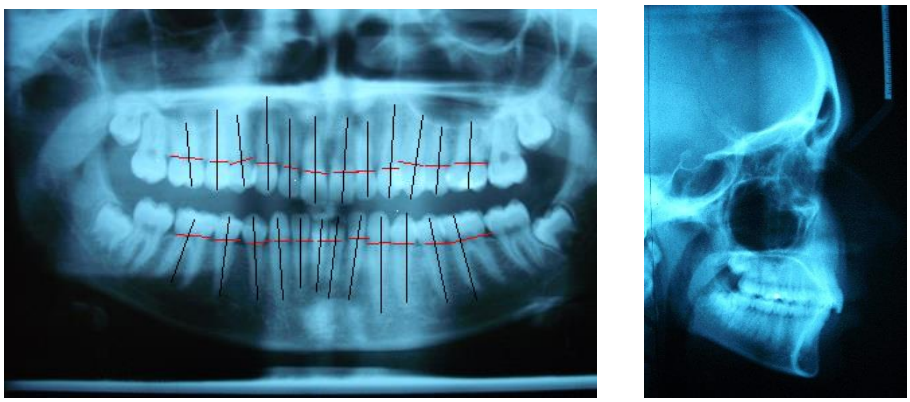
Rozpoznanie: tyłozgryz całkowity, II klasa Angle'a

Plan leczenia: aparat stały na łuk zębowy górny i dolny, ekspansja łuków, wyciągi międzyszczękowe klasy II

Ryc. 13 Fotografie en face i z profilu pacjentki Z. K. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego

Ryc. 14 Fotografie zewnątrzustne pacjentki Z. K. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego

Ryc. 15 Modele diagnostyczne pacjentki Z. K. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego



Ryc. 16. Zdjęcie pantomograficzne i telerentgenograficzne boczne głowy pacjentki Z.K. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego

Tab. 76 Analiza cefalometryczna zdjęcia telerentgenograficznego bocznego głowy pacjentki Z. K. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego - według Steinera w modyfikacji Kaminka

Badana zmienna	Norma	Wartość zmierzona
SNA	82,0 ± 3,5	82,9
SNB	80,0 ± 3,5	79,4
SNPg	81,0 ± 3,5	80,3
ANB	2,0 ± 3,0	3,5
Wits (mm)	0,0 ± 2,0	2,4 *
NS – ML	33,0 ± 6,0	27,1
1+ : SN	104,0 ± 6,5	102,2
1+ : NPg (mm)	7,0 ± 2,5	7,9
1+ : 1-	127 ± 8,5	134,5
1-: ML	94,0 ± 7,0	96,4
1-: APg (mm)	3,0 ± 2,0	1,2
SGo : NMe (%)	60,5 ± 2,5	70,7 **
NS – MT	28,0 ± 8,0	26,8
ML - MT	4,0 ± 1,0	0,3 **

Tab. 77 Długości korzeni, koron i wielkości indeksów zębów pacjentki Z.K. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego

Numer zęba	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26
R	10,4	13,19	13,17	18,12	17,3	16,17	17,78	16,25	19,02	12,54	12,35	17,32
C	7,38	7,21	7,12	10,12	9,67	10,24	10,98	9,34	10,12	7,25	7,31	7,17
I	1,41	1,83	1,85	1,79	1,79	1,58	1,62	1,74	1,88	1,73	1,69	2,42

R – długość korzenia zęba (mm), C – długość korony zęba (mm), I – indeks, stosunek długości korzenia do długości korony zęba

Numer zęba	36	35	34	33	32	31	41	42	43	44	45	46
R	18,56	18,28	15,98	20,42	14,24	11,63	11,5	11,98	20,33	16,54	16,35	15,2
C	7,98	8,79	8,93	10,01	7,74	7,32	7,42	7,68	9,87	8,53	8,89	7,68
I	2,33	2,08	1,79	2,04	1,84	1,59	1,55	1,56	2,06	1,94	1,84	1,98

R – długość korzenia zęba (mm), C – długość korony zęba (mm), I – indeks, stosunek długości korzenia do długości korony zęba

Ryc. 17 Zdjęcie pantomograficzne tej samej pacjentki Z.K. po upływie 10 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego

Tab. 78 Długości korzeni, koron i wielkości indeksów zębów pacjentki Z.K. po upływie 9 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego

Numer zęba	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26
R	10,4	13,19	13,17	18,12	17,3	16,17	17,78	16,25	19,02	12,54	12,35	17,32
C	7,38	7,21	7,12	10,12	9,67	10,24	10,98	9,34	10,12	7,25	7,31	7,17
I	1,41	1,83	1,85	1,79	1,79	1,58	1,62	1,74	1,88	1,73	1,69	2,42

R – długość korzenia zęba (mm), C – długość korony zęba (mm), I – indeks, stosunek długości korzenia do długości korony zęba

Numer zęba	36	35	34	33	32	31	41	42	43	44	45	46
R	18,56	18,28	15,98	20,42	14,24	11,63	11,5	11,98	20,33	16,54	16,35	15,2
C	7,98	8,79	8,93	10,01	7,74	7,32	7,42	7,68	9,87	8,53	8,89	7,68
I	2,33	2,08	1,79	2,04	1,84	1,59	1,55	1,56	2,06	1,94	1,84	1,98

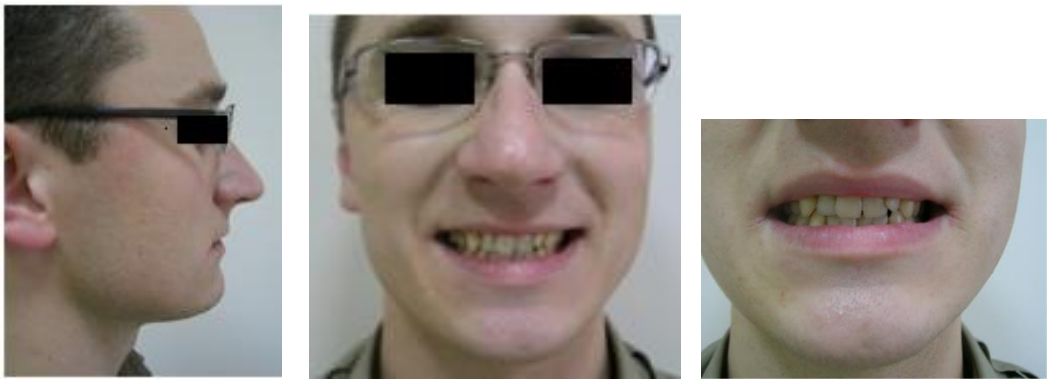
R – długość korzenia zęba (mm), C – długość korony zęba (mm), I – indeks, stosunek długości korzenia do długości korony zęba

- Pacjent G. O.

Wiek w czasie T0: 24 lata i 3 miesiące, grupa 2 (młodzi dorośli)

Rozpoznanie – stłoczenia w łuku górnym i dolnym, I klasa Angle'a, niewielki nagryz pionowy

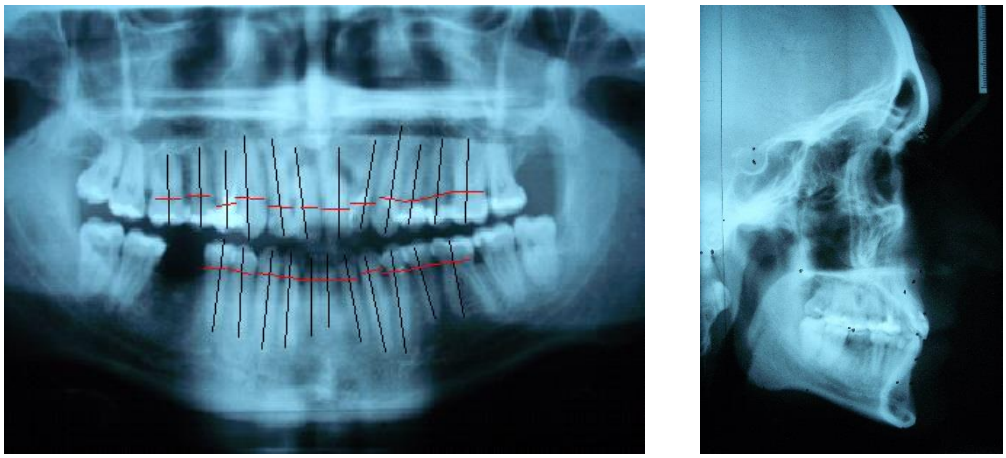
Plan leczenia – aparat stały na łuk górny i dolny, ekspansja łuków, wyciągi pionowe w odcinku przednim łuków zębowych



Ryc. 18 Fotografie en face i z profilu pacjenta G. O. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego

Ryc. 19 Fotografie zewnątrzustne pacjenta G. O. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego

Ryc. 20 Modele diagnostyczne pacjenta G.O. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego



Ryc. 21 Zdjęcie pantomograficzne i telerentgenowskie boczne głowy pacjenta G. O. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego

Tab. 79 Analiza cefalometryczna, zdjęcia telerentgenograficznego bocznego głowy pacjenta G. O. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego - według Steinera w modyfikacji Kaminka

Badana zmienna	Norma	Wartość zmierzona
SNA	82,0 ± 3,5	78,2
SNB	80,0 ± 3,5	78,8
SNPg	81,0 ± 3,5	80,3
ANB	2,0 ± 3,0	- 0,7
Wits (mm)	0,0 ± 2,0	- 2,4 *
NS – ML	33,0 ± 6,0	33,2
1+ : SN	104,0 ± 6,5	103,7
1+ : NPg (mm)	7,0 ± 2,5	6,5
1+ : 1-	127 ± 8,5	135,2
1-: ML	94,0 ± 7,0	94,8
1-: APg (mm)	3,0 ± 2,0	1,8
SGo : NMe (%)	60,5 ± 2,5	67,4 *
NS – MT	28,0 ± 8,0	26,3
ML – MT	4,0 ± 1,0	5,9 *

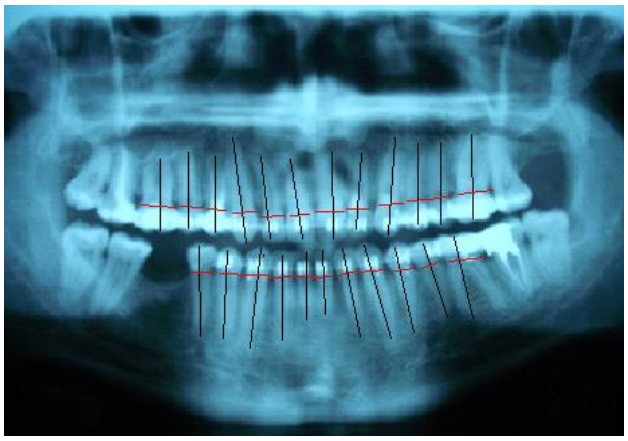
Tab. 80 Długości korzeni, koron i wielkości indeksów zębów pacjenta G. O. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego

Numer zęba	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26
R	12,62	15,35	11,71	16,14	15,21	13,36	13,6	14,53	18,65	12,86	12,72	12,81
C	7,34	7,21	7,23	8,54	7,57	8,46	8,45	7,53	8,52	7,48	7,53	8,11
I	1,72	2,13	1,62	1,89	2,01	1,58	1,61	1,93	2,19	1,72	1,69	1,58

R – długość korzenia zęba (mm), C – długość korony zęba (mm), I – indeks, stosunek długości korzenia do długości korony zęba

Numer zęba	36	35	34	33	32	31	41	42	43	44	45	46
R	17,62	15,97	16,55	22,05	15,63	19,08	19,9	15,65	25,7	15,68	16	-
C	8,12	7,43	7,56	8,55	6,33	6,34	6,32	6,34	8,54	7,33	7,34	-
I	2,17	2,15	2,19	2,58	2,47	3,01	3,15	2,47	3,01	2,14	2,18	-

R – długość korzenia zęba (mm), C – długość korony zęba (mm), I – indeks, stosunek długości korzenia do długości korony zęba



Ryc. 22 Zdjęcie pantomograficzne tego samego pacjenta G. O. po upływie 8 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego

Tab. 81 Długości korzeni, koron i wielkości indeksów zębów pacjenta G. O. po upływie 8 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego

Numer zęba	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26
R	12,34	14,6	11,39	16,12	14,19	12,42	12,49	14,08	15,95	12,44	12,12	12,43
C	7,35	7,23	7,21	8,53	7,55	8,45	8,44	7,53	8,53	7,45	7,53	8,13
I	1,68	2,02	1,58	1,89	1,88	1,47	1,48	1,87	1,87	1,67	1,61	1,53

R – długość korzenia zęba (mm), C – długość korony zęba (mm), I – indeks, stosunek długości korzenia do długości korony zęba

Numer zęba	36	35	34	33	32	31	41	42	43	44	45	46
R	17,29	15,43	15,93	20,81	15,35	18,26	18,89	15,04	24,02	15,29	15,5	-
C	8,12	7,44	7,55	8,53	6,32	6,32	6,32	6,35	8,55	7,32	7,35	-
I	2,13	2,08	2,11	2,44	2,43	2,89	2,99	2,37	2,81	2,09	2,11	-

R – długość korzenia zęba (mm), C – długość korony zęba (mm), I – indeks, stosunek długości korzenia do długości korony zęba

- Pacjentka K. R.

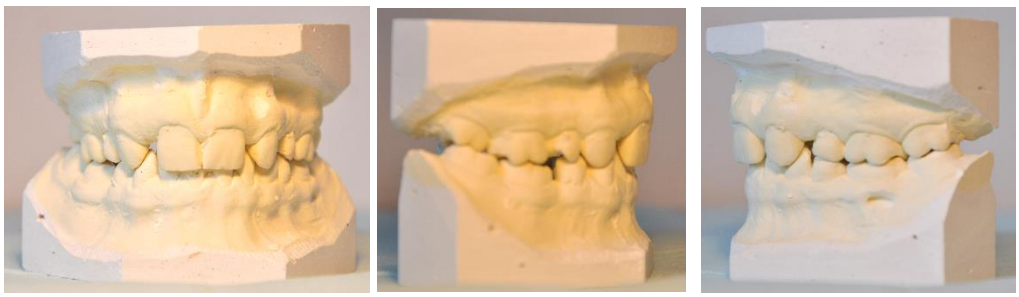
Wiek w czasie T0: 36 lat i 4 miesiące, grupa 3 (dorośli)

Rozpoznanie: hipodoncja zębów 12, 22, 35, 45, częściowy brak miejsca dla zębów 12, 22, II klasa Angle'a

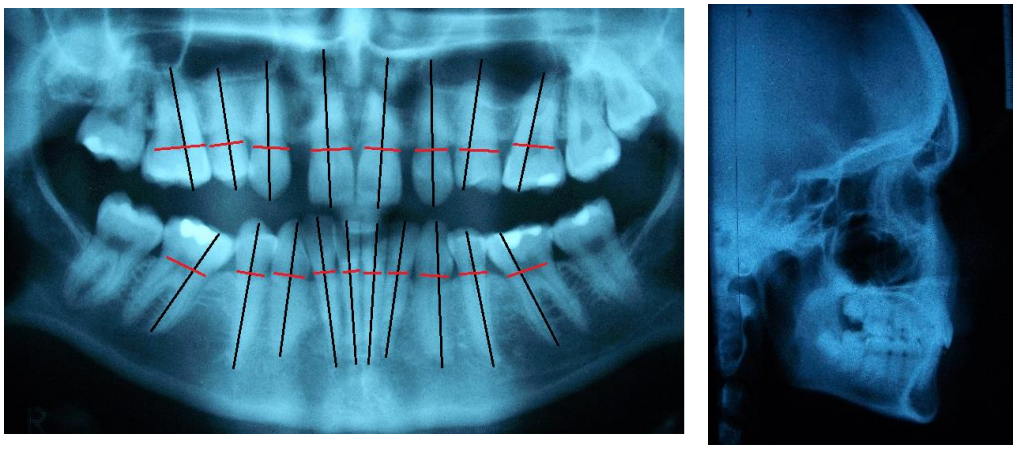
Plan leczenia: aparat stały górny i dolny, odtwarzanie miejsca dla zębów 12, 22 pod odbudowę imlanto-protetyczną, ewentualna ekstrakcja zęba 28

Ryc. 23 Fotografie en face i z profilu pacjentki K. R. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego

Ryc. 24 Fotografie zewnątrzustne pacjentki K.R. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego



Ryc. 25 Modele diagnostyczne pacjentki K. R. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego



Ryc. 26 Zdjęcie pantomograficzne i telerentgenograficzne boczne głowy pacjentki K.R. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego

Tab. 82 Analiza cefalometryczna według Steinera w modyfikacji Kaminka, zdjęcia telerentgenograficznego bocznego głowy pacjentki K. R. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego

Badana zmienna	Norma	Wartość zmierzona
SNA	82,0 ± 3,5	80,1
SNB	80,0 ± 3,5	77,0
SNPg	81,0 ± 3,5	79,0
ANB	2,0 ± 3,0	3,1
Wits (mm)	0,0 ± 2,0	0,2
NS – ML	33,0 ± 6,0	28,2
1+ : SN	104,0 ± 6,5	98,4
1+ : NPg (mm)	7,0 ± 2,5	1,5
1+ : 1-	127 ± 8,5	142,5
1-: ML	94,0 ± 7,0	91,0
1-: APg (mm)	3,0 ± 2,0	1,0
SGo : NMe (%)	60,5 ± 2,5	61,1
NS – MT	28,0 ± 8,0	25,3
ML – MT	4,0 ± 1,0	2,8*

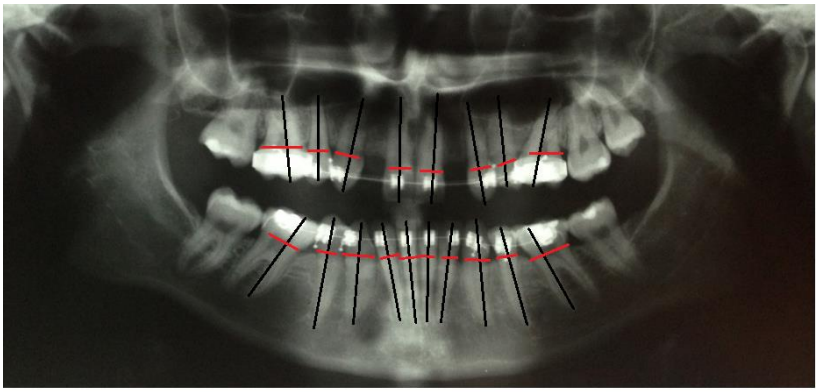
Tab. 83 Długości korzeni, koron i wielkości indeksów zębów pacjentki K. R. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego

Numer zęba	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26
R	11,57	-	11,42	16,47	-	12,53	13,41	-	17,58	12,13	-	12,42
C	7,21	-	6,86	8,23	-	7,49	8,41	-	7,83	7,32	-	8,89
I	1,6	-	1,66	2	-	1,67	1,59	-	2,24	1,65	-	1,39

R – długość korzenia zęba (mm), C – długość korony zęba (mm), I – indeks, stosunek długości korzenia do długości korony zęba

Numer zęba	36	35	34	33	32	31	41	42	43	44	45	46
R	17,21	-	16,21	20,53	15,24	16,43	17,02	16,78	20,65	16,56	-	17,43
C	8,04	-	7,06	8,51	6,12	6,34	6,32	6,34	8,54	7,33	-	9,12
I	2,14	-	2,29	2,41	2,49	2,59	2,69	2,64	2,41	2,25	-	1,91

R – długość korzenia zęba (mm), C – długość korony zęba (mm), I – indeks, stosunek długości korzenia do długości korony zęba



Ryc. 27 Zdjęcie pantomograficzne tej samej pacjentki K.R. po upływie 12 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego

Tab. 84 Długości korzeni, koron i wielkości indeksów zębów pacjentki K. R. po upływie 8 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego

Numer zęba	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26
R	11,24		11,21	16,26		12,43	13,23		17,52	12,11		12,39
C	7,31		6,76	8,27		7,45	8,44		7,83	7,25		8,75
I	1,53		1,65	1,96		1,66	1,56		2,23	1,67		1,41

R – długość korzenia zęba (mm), C – długość korony zęba (mm), I – indeks, stosunek długości korzenia do długości korony zęba

Numer zęba	36	35	34	33	32	31	41	42	43	44	45	46
R	17,19		16,12	20,45	15,21	16,34	16,86	16,45	20,32	16,53		17,35
C	8,11		7,32	8,52	6,16	6,36	6,34	6,39	8,57	7,33		9,12
I	2,11		2,2	2,4	2,46	2,59	2,65	2,57	2,37	2,25		1,9

R – długość korzenia zęba (mm), C – długość korony zęba (mm), I – indeks, stosunek długości korzenia do długości korony zęba

SPIS TABEL

Tab. 1. Liczebność pacjentów w poszczególnych grupach wiekowych……33

Tab. 2. Liczba ocenianych zębów w poszczególnych grupach wiekowych i ogółem……33

Tab. 3. Długości korzeni zębów trzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, w grupie młodzieży.....42

Tab. 4. Długości korzeni zębów przedtrzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, w grupie młodzieży ……43

Tab. 5. Długości korzeni kłów i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, w grupie młodzieży ……..43

Tab. 6. Długości korzeni zębów siecznych przyśrodkowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, w grupie młodzieży……44

Tab. 7. Długości korzeni zębów siecznych bocznych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, w grupie młodzieży……..44

Tab. 8. Długości korzeni zębów siecznych dolnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, w grupie młodzieży……..45

Tab. 9. Długości korzeni zębów trzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, w grupie młodzieży w I klasie Angle'a ……46

Tab. 10. Długości korzeni zębów przedtrzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy młodzieży w I klasie Angle'a……46

Tab. 11. Długości korzeni kłów i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy młodzieży w I klasie Angle'a ……47

Tab. 12. Długości korzeni zębów siecznych przyśrodkowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy młodzieży w I klasie Angle'a…….47

Tab. 13. Długości korzeni zębów siecznych bocznych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy młodzieży w I klasie Angle'a …….48
Tab. 14. Długości korzeni zębów siecznych dolnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy młodzieży w I klasie Angle'a…….49
Tab. 15. Długości korzeni zębów trzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy młodzieży w II klasie Angle'a…….50
Tab. 16. Długości korzeni zębów przedtrzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy młodzieży w II klasie Angle'a……50
Tab. 17. Długości korzeni kłów i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy młodzieży w II klasie Angle'a……51
Tab. 18. Długości korzeni zębów siecznych przyśrodkowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy młodzieży w II klasie Angle'a……51
Tab. 19 Długości korzeni zębów siecznych bocznych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy młodzieży w II klasie Angle'a……..52
Tab. 20 Długości korzeni zębów siecznych dolnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy młodzieży w II klasie Angle'a……53
Tab. 21. Długości korzeni zębów trzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, w grupie młodych dorosłych……54
Tab. 22. Długości korzeni zębów przedtrzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, w grupie młodych dorosłych……54
Tab. 23 Długości korzeni kłów i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, w grupie młodych dorosłych……..55
Tab. 24. Długości korzeni zębów siecznych przyśrodkowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, w grupie młodych dorosłych…….55

Tab. 25. Długości korzeni zębów siecznych bocznych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, w grupie młodych dorosłych……56
Tab. 26. Długości korzeni zębów siecznych dolnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, w grupie młodych dorosłych……57
Tab. 27. Długości korzeni zębów trzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy młodych dorosłych w I klasie Angle'a……..58
Tab. 28. Długości korzeni zębów przedtrzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy młodych dorosłych w I klasie Angle'a…….58
Tab. 29. Długości korzeni kłów i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy młodych dorosłych w I klasie Angle'a……59
Tab. 30. Długości korzeni zębów siecznych przyśrodkowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy młodych dorosłych w I klasie Angle'a…….59
Tab. 31. Długości korzeni zębów siecznych bocznych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy młodych dorosłych w I klasie Angle'a……..60
Tab. 32. Długości korzeni zębów siecznych dolnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy młodych dorosłych w I klasie Angle'a……..61
Tab. 33. Długości korzeni zębów trzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy młodych dorosłych w II klasie Angle'a……62
Tab. 34. Długości korzeni zębów przedtrzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy młodych dorosłych w II klasie Angle'a……..62
Tab. 35. Długości korzeni kłów i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy młodych dorosłych w II klasie Angle'a……63
Tab. 36. Długości korzeni zębów siecznych przyśrodkowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co

najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy młodych dorosłych w II klasie Angle'a……..63
Tab. 37. Długości korzeni zębów siecznych bocznych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy młodych dorosłych w II klasie Angle'a…….64
Tab. 38. Długości korzeni zębów siecznych dolnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy młodych dorosłych w II klasie Angle'a…….65
Tab. 39. Długości korzeni zębów trzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, w grupie dorosłych…….66
Tab. 40. Długości korzeni zębów przedtrzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, w grupie dorosłych……..66
Tab. 41. Długości korzeni kłów i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, w grupie dorosłych……67
Tab. 42 Długości korzeni zębów siecznych przyśrodkowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, w grupie dorosłych…….67
Tab. 43 Długości korzeni zębów siecznych bocznych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, w grupie dorosłych…….68
Tab. 44. Długości korzeni zębów siecznych dolnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, w grupie dorosłych…….68
Tab. 45. Długości korzeni zębów trzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy dorosłych w I klasie Angle'a…….69
Tab. 46. Długości korzeni zębów przedtrzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy dorosłych w I klasie Angle'a……..70
Tab. 47. Długości korzeni kłów i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy dorosłych w I klasie Angle'a……70
Tab. 48. Długości korzeni zębów siecznych przyśrodkowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy dorosłych w I klasie Angle'a……..71

Tab. 49. Długości korzeni zębów siecznych bocznych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy dorosłych w I klasie Angle'a……..71
Tab. 50. Długości korzeni zębów siecznych dolnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy dorosłych w I klasie Angle'a……72
Tab. 51. Długości korzeni zębów trzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy dorosłych w II klasie Angle'a……73
Tab. 52. Długości korzeni zębów przedtrzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy 3 w II klasie Angle'a……74
Tab. 53. Długości korzeni kłów i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy 3 w II klasie Angle'a……..74
Tab. 54. Długości korzeni zębów siecznych przyśrodkowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy dorosłych w II klasie Angle'a…….75
Tab. 55. Długości korzeni zębów siecznych bocznych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy dorosłych w II klasie Angle'a ……..75
Tab. 56. Długości korzeni zębów siecznych dolnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia, dla grupy dorosłych w II klasie Angle'a…….76
Tab. 57. Długości korzeni zębów trzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia u wszystkich badanych pacjentów……77
Tab. 58. Długości korzeni zębów przedtrzonowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia u wszystkich badanych pacjentów……77
Tab. 59. Długości korzeni kłów i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia u wszystkich badanych pacjentów……..78
Tab. 60. Długości korzeni zębów siecznych przyśrodkowych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co

najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia u wszystkich badanych pacjentów……78
Tab. 61. Długości korzeni zębów siecznych bocznych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia u wszystkich badanych pacjentów……79
Tab. 62. Długości korzeni zębów siecznych dolnych i wielkości wskaźnika korzeń/korona przed rozpoczęciem leczenia i po upływie co najmniej 6 miesięcy od rozpoczęcia leczenia u wszystkich badanych pacjentów……80
Tab. 63. Analiza zależności między długością korzeni zębów trzonowych w badanych grupach wiekowych……..81
Tab. 64. Analiza zależności między wartością indeksu zębów trzonowych w badanych grupach wiekowych……82
Tab. 65. Analiza zależności między długością korzeni zębów przedtrzonowych w badanych grupach wiekowych……..82
Tab. 66. Analiza zależności między wartością indeksu korzeni zębów przedtrzonowych w badanych grupach wiekowych……83
Tab. 67. Analiza zależności między długością korzeni kłów w badanych grupach wiekowych……83
Tab. 68. Analiza zależności między długością korzeni zębów siecznych dolnych w badanych grupach wiekowych……..84
Tab. 69. Analiza zależności między wartością indeksu zębów siecznych dolnych w badanych grupach wiekowych……85
Tab. 70. Analiza zależności między długością korzeni zębów trzonowych w badanych grupach w II klasie Angle'a……86
Tab. 71. Analiza zależności między wartością indeksu zębów trzonowych w badanych grupach w II klasie Angle'a……86
Tab. 72. Analiza zależności między długością korzeni zębów przedtrzonowych w badanych grupach w II klasie Angle'a……87
Tab. 73. Analiza zależności między wartością indeksu zębów przedtrzonowych w badanych grupach w II klasie Angle'a……87
Tab. 74. Analiza zależności między długością korzeni kłów w badanych grupach w II klasie Angle'a……..88
Tab. 75. Analiza zależności między wartością indeksu kłów w badanych grupach w II klasie Angle'a……..88
Tab. 76 Analiza cefalometryczna zdjęcia telerentgenograficznego bocznego głowy pacjentki Z. K. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego - według Steinera w modyfikacji Kaminka……..125
Tab. 77 Długości korzeni, koron i wielkości indeksów zębów pacjentki Z.K. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego……126
Tab. 78 Długości korzeni, koron i wielkości indeksów zębów pacjentki Z.K. po upływie 9 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego…….127

Tab. 79 Analiza cefalometryczna zdjęcia telerentgenograficznego bocznego głowy pacjenta G. O. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego - według Steinera w modyfikacji Kaminka……129
Tab. 80 Długości korzeni, koron i wielkości indeksów zębów pacjenta G. O. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego…….129
Tab. 81 Długości korzeni, koron i wielkości indeksów zębów pacjenta G. O. po upływie 9 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego……130
Tab. 82 Analiza cefalometryczna zdjęcia telerentgenograficznego bocznego głowy pacjentki K. R. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego - według Steinera w modyfikacji Kaminka……132
Tab. 83 Długości korzeni, koron i wielkości indeksów zębów pacjentki K.R. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego…….133
Tab. 84 Długości korzeni, koron i wielkości indeksów zębów pacjentki K.R. po upływie 9 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego…….134

SPIS RYCIN

Ryc. 1. Zdjęcie pantomograficzne pacjenta z nieukończonym rozwojem wierzchołków korzeni przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego……..32

Ryc. 2. Zdjęcie pantomograficzne tego samego pacjenta w trakcie aktywnej fazy leczenia ortodontycznego…….32

Ryc. 3. Typodont diagnostyczny – I klasa Angle'a……..34

Ryc. 4. Typodont diagnostyczny - II klasa Angle'a…….35

Ryc. 5. Zdjęcie pantomograficzne pacjentki K.B. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego…….....36

Ryc. 6 Zdjęcie pantomograficzne tej samej pacjentki K.B. w trakcie aktywnej fazy leczenia ortodontycznego……36

Ryc. 7. Metoda pomiaru długości korzenia i korony dla zębów siecznych…….37

Ryc. 8. Metoda pomiaru długości korzenia i korony dla kłów……37

Ryc. 9. Metoda pomiaru długości korzenia i korony dla zębów przedtrzonowych……38

Ryc. 10. Metoda pomiaru długości korzenia i korony dla zębów trzonowych górnych……..38

Ryc. 11. Metoda pomiaru długości korzenia i korony dla zębów trzonowych dolnych……39

Ryc. 12 Zróżnicowanie wielkości resorpcji w sekwencjach zębowych w całym materiale badanym……..81

Ryc. 13. Fotografie en face i z profilu pacjentki Z. K. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego……124

Ryc. 14 Fotografie zewnątrzustne pacjentki Z. K. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego……124

Ryc. 15 Modele diagnostyczne pacjentki Z. K. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego……124

Ryc. 16 Zdjęcie pantomograficzne i telerentgenograficzne boczne głowy pacjentki Z. K. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego…….125

Ryc. 17 Zdjęcie pantomograficzne tej samej pacjentki Z.K. po upływie 10 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego……..126

Ryc. 18 Fotografie en face i z profilu pacjenta G. O. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego……..127

Ryc. 19 Fotografie zewnątrzustne pacjenta G. O. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego…….127

Ryc. 20 Modele diagnostyczne pacjenta G.O. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego……128

Ryc. 21 Zdjęcie pantomograficzne i telerentgenowskie boczne głowy pacjenta G. O. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego…….128

Ryc. 22 Zdjęcie pantomograficzne tego samego pacjenta G. O. po upływie 8 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego…….130
Ryc. 23 Fotografie en face i z profilu pacjentki K. R. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego……..131
Ryc. 24 Fotografie zewnątrzustne pacjentki K.R. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego……..131
Ryc. 25 Modele diagnostyczne pacjentki K. R. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego……..132
Ryc. 26 Zdjęcie pantomograficzne i telerentgenograficzne boczne głowy pacjentki K.R. przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego…….132
Ryc. 27 Zdjęcie pantomograficzne tej samej pacjentki K.R. po upływie 12 miesięcy od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego…….133