

Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Marcin Gonciarz

**Morfometryczna ortodontyczna analiza
wysokości kości uzębionej części zębodołowej żuchwy
— badanie retrospektywne, radiologiczne**

Katedra i Klinika Ortopedii Szczękowej i Ortodoncji
Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Rozprawa na stopień doktora nauk medycznych

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

Poznań 2018

*Serdecznie dziękuję
Pani prof. zw. dr hab. Teresie Matthews-Brzozowskiej
za cenne merytoryczne wskazówki i poświęcony czas
oraz Rodzicom i Najbliższym za wsparcie i cierpliwość*

Spis treści

1. Wstęp	5
2. Przegląd piśmiennictwa	7
2.1. Resorpcja kości szczękowych	7
2.1.1. Ubytki kostne.	7
2.1.2. Ubytki brzeżne	10
2.1.3. Ubytki wierzchołkowo-brzeżne	11
2.1.4. Ubytki poekstrakcyjne.	12
2.1.5. Wpływ morfologii na resorpcję	13
2.2. Metryczno-radiologiczne metody oceny poziomu kości uzębionego wzrostka zębodołowego w żuchwie	14
3. Cel pracy	22
4. Materiał i metodyka	23
4.1. Materiał	23
4.2. Metodyka	24
4.3. Analiza statystyczna.	28
5. Wyniki	29
5.1. Statystyka opisowa	29
5.1.1. Wyniki przedziałowe CEJ-AC dla ± 1 mm	34
5.1.2. Wyniki przedziałowe CEJ-AC dla $\pm 0,5$ mm.	40
5.2. Wyniki analizy statystycznej. Zmiana parametru CEJ-AC na skutek leczenia w całej grupie badanej	45
5.3. Wyniki analizy statystycznej. Zmiana parametru CEJ-AC na skutek leczenia w grupie kobiet	49
5.4. Wyniki analizy statystycznej. Zmiana parametru CEJ-AC na skutek leczenia w grupie mężczyzn	52

5.5. Wyniki analizy statystycznej. Zależność pomiędzy czasem leczenia a wielkością zmiany parametru na skutek zastosowanego leczenia	56
5.6. Wyniki analizy statystycznej. Zależność pomiędzy wiekiem pacjenta a wielkością zmiany parametru na skutek zastosowanego leczenia	58
5.7. Wyniki analizy statystycznej. Zależność zmian w obrębie sekwencji zębowych	59
5.8. Wyniki analizy statystycznej. Zależność zmian w odniesieniu strony prawej do lewej pacjenta	59
5.9. Podsumowanie wyników.	59
6. Omówienie wyników badań i dyskusja	61
7. Wnioski.	69
8. Streszczenie	70
9. Abstract	73
10. Piśmiennictwo	76
11. Załącznik. Dokumentacja wybranych przypadków	83
Przypadek 1	83
Przypadek 2	84
12. Spis tabel	86
13. Spis rycin	89

1. Wstęp

Przez ostatnie dekady ortodoncja przeszła prawdziwą ewolucję i osiągnęła bardzo wysoki poziom. Efektywność współczesnych technik stosowanych w ortodoncji niesie ze sobą ryzyko wystąpienia skutków ubocznych terapii. Powinność w zakresie znajomości szerokiej gamy powikłań leczenia ortodontycznego aparatami stałymi należy do lekarza specjalisty. Pacjent w trakcie terapii ortodontycznej narażony jest na: demineralizację szkliwa i próchnicę zębów, stany zapalne przyzębia i recesje dziąseł, uszkodzenia tkanek miękkich oraz resorpcję korzeni. Spotyka się również przypadki zapalenia miazgi, zwyrodnienia lub martwicy miazgi, które powstają podczas przyłożenia zbyt dużej siły ortodontycznej podczas przesuwania zębów. Opisano także stomatopatie przebiegające z nadkażeniem grzybiczym lub działaniem czynnika urazowego czy też alergicznego [Pietrzyk 2002, Szymańska-Kubel 1999]. Lekarze ortodonci dążąc od lat do uzyskania idealnego uśmiechu kładą nacisk na uzyskanie prawidłowych stosunków zębowych i szkieletowych. Obecnie stosunek ten ulega modyfikacji na rzecz podkreślenia paradygmatu tkanek miękkich. Współczesne metody leczenia ortodontycznego powinny kształtować całościowo estetyczny obraz całego kompleksu ustno-twarzowego, uwzględniając w to strukturę, formę, równowagę, funkcję i kolor [Jansma 2016]. Nieustanny rozwój metod diagnostycznych, efektywne możliwości terapii, bardziej realistyczne spojrzenie na wynik leczenia oraz ciągłe badania nad stabilnością longitudinalną terapii ortodontycznej przyczyniły się do rozwoju tej dziedziny medycyny. Nie bez znaczenia jest też wzrastająca świadomość pacjentów oraz wzorce społeczno-obyczajowo-kulturowe dyktujące pewne zachowania prozdrowotne oraz promujące medycynę estetyczną w tym ortopedię szczękową [Krzyżanowska i wsp. 2017].

Badania wykonane na szczurach wolnych od chorób przyzębia potwierdzają, że ortodontyczny ruch zęba jest czynnikiem stymulującym apozycje tkanki kostnej, co można wykorzystać w terapii regeneracyjnej tkanek przyzębia [Samruajbenjakun i wsp. 2018]. Część autorów postuluje, że przyłożenie siły ortodontycznej po opanowaniu stanu zapalnego tkanek przyzębia, przyczynia się do wzrostu objętości tkanki kostnej (co

histomorfometrycznie odpowiada zwiększeniu gęstości beleczek kostnych), poprawiając w konsekwencji jej jakość [Yu i wsp. 2016]. Proces zapalny jaki występuje w trakcie leczenia ortodontycznego, staje się więc sprzymierzeńcem i zarazem wrogiem lekarzy ortodontów w uzyskiwaniu poprawy funkcji i estetyki zgryzu [Lopatieenne i wsp. 2008], a rozwój metod diagnostyki radiologicznej pozwala śledzić ten proces. Udowodniono bezspornie, że podczas leczenia ortodontycznego dochodzi do resorpcji wierzchołka koźnienia niektórych zębów stałych [Konopka i wsp. 2014]. Tłumaczy się to przejściowym stanem zapalnym (zaczerwienienie, podwyższenie temperatury, obrzęk, ból, zaburzenie funkcji) wywołanym przyłożeniem siły ortodontycznej. Należy przypuszczać, że podobny proces zaniku może dotyczyć wyrostka zębodołowego szczęki i części zębodołowej żuchwy. Badania radiologiczne dostarczają wiele informacji o strukturze kostnej, wysokości i zarysie brzegu kości wyrostka zębodołowego, o stopniu zagęszczenia tkanki i wypełnieniu ubytku kości [Różyło-Kalinowska 2017].

Estetyka twarzy i prawidłowe relacje zgryzowe odgrywają coraz większą rolę w życiu pacjentów. Atrakcyjność wyglądu zewnętrznego jest silnie związana ze wzrostem jakości i poziomu życia oraz możliwością odniesienia sukcesu we współczesnym społeczeństwie [Venete i wsp. 2017]. Leczenie ortodontyczne poprawia estetykę twarzy, zwiększa samoocenę i zadowolenie pacjentów. Przyczynia się wśród młodzieży do zmniejszenia liczby negatywnych wpływów ze strony środowiska zewnętrznego [Murillo i wsp. 2018].

2. Przegląd piśmiennictwa

2.1. Resorpcja kości szczękowych

2.1.1. Ubytki kostne

Resorpcja to proces prowadzący do utraty tkanek twardych zęba i/lub kości wyrostka zębodołowego i jest zespołem czynników fizjologicznych lub patologicznych. Resorpcja kości wyrostka zębodołowego polega za zachwianiu równowagi między osteoblastami a osteoklastami na korzyść tych drugich. Osteoklastogeneza zostaje uruchomiona w wyniku dotarcia sygnałów prozapalnych z fibroblastów, makrofagów i zaktywowanych limfocytów T i B do osteoblastów i prekursorów osteoklastów. Ma to miejsce podczas każdorazowego nasilenia procesów zapalnych w ozębnej i tkance łącznej. Podstawową przyczyną wpływającą na redukcję objętości wyrostka zębodołowego szczęk jest występowanie ubytków kostnych (pionowe i poziome). Niszczenie wyrostka zębodołowego w kierunku poziomym i pionowym cechuje się dużym polimorfizmem [Erpenstein 2008]. Ubytki poziome i pionowe w chorobach przyzębia są procesem osteolitycznym polegającym na całkowitym niszczeniu kości — zarówno jej części organicznej jak i nieorganicznej [Górska i wsp. 2013]. Ubytki poziome oznaczają postępujące obniżanie brzo-gu wyrostka zębodołowego i obnażanie korzeni zębów. Ubytki pionowe oznaczają natomiast niszczenie kości od strony górnej części szpary ozębnej i nazywa się je kieszonkami kostnymi. Najczęściej obserwuje się kształty trójkątne, łukowe, miseczkowate i linijne. Mogą one być jedno lub wielościenne (2-, 3- i 4-ścienne) przy czym nie jest możliwe na podstawie zdjęć radiologicznych rozpoznanie ilu ścian dotyczy ubytek, a także czy obejmuje on powierzchnię językową czy przedsionkową. Pionowe ubytki kostne stanowią typowy objaw zapalenia przyzębia. Nieleczone powodują zdecydowanie większą dynamikę dalszej destrukcji tkanek przyzębia w porównaniu do zmian charakteryzujących

się poziomą utratą tkanki kostnej wyrostka zębodołowego [Kowalczyk 2011, Dominiak 2014]. Podstawą do oceny kierunku niszczenia kości (poziomego lub pionowego) jest linia łącząca punkty połączenia szkliwa i cementu dwóch sąsiednich zębów. Niszczenie poziome występuje wówczas gdy jego brzeg jest do tej linii równoległy. Natomiast gdy brzeg niszczenia kostnego tworzy z tą linią mniejszy lub większy kąt (krzyżuje się z nią), to taki typ osteolizy nazywamy pionowym lub kątowym.

Istnieją dwa mechanizmy resorpcji kostnej w przebiegu zapalenia przyzębia. Pierwszy — kiedy sygnały stymulujące docierają do dojrzałych ozębnowych osteoklastów leżących w pobliżu kości. Sygnały te mogą pochodzić bezpośrednio od periopatogenów (np. LPS bakterii Gram-ujemnych), fibroblastów (MMP-1, MMP-2, MMP-3 — we wczesnym stadium rozkładają warstwę niezmineralizowanego osteoidu, przez co dają dostęp osteoklastom do kości zmineralizowanej) oraz makrofagów (IL-1B, IL-6, TNF-a, PGE2), a także zaktywowanych limfocytów Th (IL-6, IL-11, IL-17). Drugi, bardziej znaczący system aktywacji osteoklastogenezy polega na aktywacji różnicowania komórek (osteoblastów i komórek prekursorowych) w kierunku osteoklastów za pomocą układu receptora czynnika jądrowego kappa B (RANK) oraz ligandu tego receptora (RANKL) z którym konkuruje osteoprotegeryna (OPG) [Taubman i wsp. 2005]. RANK jest receptorem na komórkach progenitorowych osteoklastów, natomiast RANKL i OPG są cytokinami należącymi do rodziny TNF i są wydzielane przez osteoblasty i komórki zrębowe szpiku kostnego. Podczas gdy RANKL stymuluje osteoklastogenezę (szczególnie RANKL1), OPG poprzez łączenie się z tym ligandem ma działanie antagonistyczne. Makrofagi w odpowiedzi na ekspozycję periopatogenów (LPS) wydzielają szereg mediatorów (IL-1B, IL-6, TNF-a, PGE2), które wywołują ekspresję RANKL na osteoblastach i łączenie się RANK z RANKL na hematopoetycznych komórkach progenitorowych osteoklastów. Podobnie zaktywowane limfocyty Th poprzez wydzielanie cytokin (IL-11, IL-17 i TNF-a) wywołują ekspresję RANKL na osteoblastach. Zaktywowane makrofagi stymulują limfocyty T do ekspresji i produkcji RANKL, który bezpośrednio indukuje formowanie osteoklastów i ich aktywację. Na limfocytach B również dochodzi do ekspresji RANKL. OPG poprzez łączenie się z RANKL znosi ich ekspresję na limfocytach T, B osteoblastach i komórkach zrębu szpiku, co hamuje różnicowanie w kierunku osteoklastów i resorpcję kostną. W warunkach patologicznego remodelingu kostnego przewagę uzyskują RANKL, które poprzez łączenie się z RANK wywołują osteoklastogenezę [Banach i wsp. 2013]. Różnicowanie osteoblastów jest kluczowym procesem formowania kości, kontrolowanym przez wiele kompleksów i molekuł białkowych pozostających ze

sobą współzależnościach. Mechanizmy tych wzajemnych interakcji do dziś są mało poznane, choć za główny czynnik transkrypcyjny uważa się faktor RUNX2 (Cbfa1, Osf2) [Pawłowska i wsp. 2014].

Siły stosowane w ortodoncji po przyłożeniu do zęba oddziałują na tkanki otaczające, wywołując objawy charakterystyczne dla zapalenia. Pojawia się zaczerwienienie i podwyższenie temperatury, co jest przejawem zwiększonego przepływu w regionie, a także obrzęk i ból, co w małym zakresie prowadzi do zaburzenia funkcji. Stan zapalny towarzyszący ruchowi zębów podczas terapii ortodontycznej, jest podstawą dla wyjaśnienia procesu resorpcji korzeni oraz przebudowy kości szczęk. Resorpcja korzeni wynikająca z działania siły ortodontycznej, jest resorpcją zapalną wierzchołków korzeni zębów. Prowadzi to do naruszenia długoterminowej stabilności okluzji [Makrygiannakis i wsp. 2018].

W początkowych fazach zapalenia przyzębia zmiany radiologiczne wyrostka zębodołowego mogą być delikatnie zaznaczone w postaci utraty ostrości, zaokrąglenia kąta połączenia blaszek zbitych zębodołu i przegrody kostnej czy poszerzenia szpary ozębnej przy brzegu wyrostka zębodołowego. W zaawansowanych stanach zapalnych kości zmiany destrukcyjne są wyraźnie widoczne i niewątpliwie można stwierdzić obecność nieregularnych ubytków poziomych i pionowych, ubytków w furkacjach zębów wielokorzeniowych oraz określić zaburzenia stosunku części zębodołowej zęba do części nadzębodołowej [Suckiel-Papiór, Radwan-Oczko 2015]. Należy podkreślić, że badanie kliniczne i radiologiczne wzajemnie winny się uzupełniać. Nieuchwytnie radiologicznie objawy są dostępne w badaniu klinicznym, natomiast patologiczne zmiany doskonale widoczne na radiogramach są trudne do rozpoznania i oceny na podstawie badania klinicznego. Analizując radiogramy należy pamiętać o ograniczeniach tej metody diagnostycznej, wynikające z przedstawiania struktur trójwymiarowych w dwóch wymiarach. Niektóre zmiany w przyzębiu mogą zostać zamaskowane przez nakładającą się na ich obraz warstwę zdrowej kości. Destrukcja kości uwidoczniona na radiogramach jest mniejsza niż w rzeczywistości. Początkowe niewielkie zmiany gęstości kości mogą nie ujawniać się radiologicznie [Różyło i wsp. 2016].

Robinson i Vitek [1979] zwrócili uwagę, iż z powodu różnej siły nacisku badającego na sondę periodontologiczną, nie można wnioskować o poziomie zmiany wysokości kości wyrostka zębodołowego tym badaniem. Z kolei Ursell [1989] wskazywał na przekłamania jakie mogą wynikać ze zgłębnikowania szczeliny dziąsłowej, wynikające z czułości przyczepu łącznotkankowego (jego poziomu) na czynniki zapalne nie wywołujące jeszcze zmiany poziomu kości wyrostka zębodołowego. Hammerle i wsp. [1990] wskazali, iż

kliniczna lokalizacja przyczepu łącznotkankowego jest dużo bardziej dokładna w ocenie poziomu kości u pacjentów dotkniętych chorobą przyzębia niż badania radiologiczne. Zwykle utrata przyczepu łącznotkankowego pojawia się na 6 do 8 miesięcy przed wystąpieniem radiologicznych zmian utraty kości wyrostka zębodołowego. Ubytki kostne mają najczęściej charakter nabyty i powstają w następstwie urazów, stanów zapalnych przyzębia, zapalenia tkanek okołowierzchołkowych, leczenia ortodontycznego, torbieli oraz nowotworów [Kamiński i Zasacka, 2007; Górska 2013]. Złożona patogeneza i różnorodność morfologiczna ubytków kostnych spowodowała, iż stworzono wiele klasyfikacji systematyzujących i opisujących poszczególne typy ubytków. Umożliwiają one ich identyfikację, wyeliminowanie bezpośredniego czynnika wywołującego oraz wdrożenie optymalnej metody leczenia bazującej głównie na zastosowaniu technik sterowanej regeneracji kości GBR (*guided bone regeneration*) i/lub tkanek GTR (*guided tissue regeneration*) [Bednarz i wsp. 2016]. Stąd też systematyka tych klasyfikacji jest najczęściej oparta na przyczynach powstawania ubytków oraz ich morfologii, jak również morfologii sąsiadujących z ubytkiem tkanek miękkich.

Fuss i wsp., [2003] do czynników wywołujących resorpcję zaliczył infekcję miazgi, zapalenie przyzębia, leczenie ortodontyczne, nacisk zatrzymanego zęba, guzy nowotwo-

Tabela 1. Patomechanizm rozwoju resorpcji w zależności od czynnika sprawczego

Resorpcja wywołana infekcją miazgi	Bakterie z zainfekowanej miazgi poprzez kanaliki zębiny uszkodzają prącment, aktywując osteoklasty szpary ozębnej. Najczęstszy rodzaj resorpcji
Resorpcja wywołana zapaleniem przyzębia	Bakterie z przyzębia, uraz mechaniczny, drażniące chemicznie środki (np. do wybielania), leczenie ortodontyczne lub agresywne zabiegi na przyzębiu indukują rozwój procesu w kierunku dokoronowym lub dowierzchołkowym wzdłuż ozębnej i w głąb korzenia
Resorpcja powstała w trakcie leczenia ortodontycznego	Postać przywierzchołkowa resorpcji, tu uraz przyzębia wywołany jest ciągłym naciskiem na 1/3 przywierzchołkową korzenia co aktywuje osteoklasty tej okolicy
Resorpcja indukowana przez nacisk zatrzymanego zęba bądź zmiany nowotworowej	Nacisk na korzeń wywołuje uraz przyzębia, a patologiczne zmiany stymulują osteoklasty do rozwoju procesu
Resorpcja ankiłotyczna	Silne urazy mechaniczne mogą wywołać tak duże uszkodzenie powierzchni korzenia, że z procesu gojenia wyłączony jest cement i jego komórki. W tym przypadku nie jest potrzebna dalsza stymulacja dla postępu procesu, gdyż kość ulega przebudowie bez specjalnego udziału organicznej zewnętrznej, uszkodzanej przy urazie warstwy korzenia. Osteoklasty są w bezpośrednim sąsiedztwie zębiny i kość jest odkładana w miejscu niszczonej zębiny, która po urazie straciła swą ochronną warstwę

rowe. Poszczególne typy i cechy tych resorpcji według tych autorów, zaprezentowano w tabeli 1.

Podziały przyczynowe ubytków kostnych opisują (w postaci ubytków wierzchołkowo-brzeżnych) stopień zaawansowania ubytków kostnych, powstałych w wyniku toczącego się procesu zapalnego, a także podjęte zabiegi chirurgiczne zarówno w obrębie przyzębia brzeżnego jak i okołoszczytowego, jak i łącznie.

2.1.2. Ubytki brzeżne

Wywoływane przez stany zapalne tkanek przyzębia ubytki brzeżne zostały opisane m.in. przez Goldmana i Cohena [Goldman i Cohen 1958]. Autorzy Ci podzielili ubytki na trzy podstawowe klasy — ubytki międzykorzeniowe, podzębodołowe oraz nadzębodołowe. Ubytki międzykorzeniowe podzielono na klasy I, II, III według podziału poziomego Hampa [1975] oraz na podklasy A, B, C według podziału pionowego Tarnowa [Tarnow, Fletcher 1984]. Ubytki podzielono w wymiarze pionowym i poziomym na umowne odcinki 3 milimetrowe. Ubytek dochodzący do przeciwległej strony wyrostka zębodołowego odpowiada postaci najbardziej zaawansowanej w wymiarze poziomym. Jest to rodzaj tzw. ubytku przezkostnego (*trough-and-trough bone defects*). Najbardziej zaawansowana postać ubytku w wymiarze pionowym ma miejsce gdy ubytek sięga wierzchołka korzenia zęba lub go przekracza. Na podstawie tej klasyfikacji wskazaniem do zabiegów regeneracyjnych jest klasa II wg. Hampa, podtyp A i B w zębach trzonowych dolnych oraz klasa II wg Hampa, podtyp A w zębach trzonowych górnych. Zaawansowany poziom zniszczenia kości w okolicy furkacji zarówno w szczęce jak i żuchwie jest wskazaniem do połączenia metod regeneracyjnych z metodami resekcyjnymi. W obrębie ubytków podzębodołowych wyróżniono kratery i ubytki śródkostne (1-, 2-, 3-ścienne oraz kombinowane).

2.1.3. Ubytki wierzchołkowo-brzeżne

W 2002 r opublikowano czterostopniową klasyfikację grupy ubytków określanych jako ubytki wierzchołkowo-brzeżne. W klasie I sklasyfikowano ubytki będące następstwem toczących się w obrębie kości zmian o etiologii periodontologiczno-endodontycznej (*perio-endolesion*). W obrębie tej klasy wyróżniono trzy podklasy: I/1 — periodontologiczną (*purely periodontal*), I/2 — kombinowaną (*combined periodontal-endodontic*), I/3 — endodontyczną (*purely endodontic*). W klasie II sklasyfikowano zmiany będące wynikiem zmian okołowierzchołkowych (*periapical lesions*). W klasie I i II wyodrębni-

no ponad to dwa podtypy A i B, dla których kryterium różnicującym jest obecność lub brak tzw. mostka kostnego. Mostek zlokalizowany dokoronowo nad ubytkiem kostnym występuje w podklasie B, co można ocenić jedynie śródzabiegowo. W klasie III sklasyfikowano ubytki będące wynikiem obecności dehiscencji tkanki kostnej na powierzchni policzkowej korzeni zębów. W tym typie ubytków za charakterystyczne uważa się brak przyczepy łącznotkankowego i kieszonki kostnej. Dehiscencje występują wyłącznie na stronie policzkowej korzeni zębów. Na podstawie morfologii brzegu kostnego nad ubytkiem odbywa się różnicowanie klasy II od III. Nierówny i postrzępiony brzeg wskazuje na klasę II, gładki zaś i bez oznak resorpcji na klasę III. W klasie IV sklasyfikowano ubytki o etiologii jatrogennej, niemieszczące się w wymienionych kryteriach klas I–III (*miscellaneous*). Uzupełnieniem klasyfikacji jest charakterystyka ubytków pod względem ich rozmiaru tj. liczba powierzchni objęta ubytkiem (dalsza, bliższa, językowa lub podniebienna, policzkowa lub wargowa, międzykorzeniowa) oraz lokalizacji mogącej wskazywać czynnik sprawczy ubytku [Dietricha i wsp. 2002].

2.1.4. Ubytki poekstrakcyjne

Sibert [1999] w swej klasyfikacji uwzględnia przestrzenny charakter wyrostka zębodołowego. Autor podzielił ją ze względu na kierunek resorpcji. W klasie I następuje utrata tkanek w kierunku policzkowo-językowym, przy prawidłowej wysokości wyrostka w wymiarze wierzchołkowo-korzeniowym. Dla klasy II jest charakterystyczna utrata tkanek w wymiarze wierzchołkowo-koronowym, przy prawidłowym wymiarze policzkowo-językowym. Natomiast klasa III jest kombinacją dwóch powyższych, występuje tu zanik wyrostka zębodołowego zarówno w wymiarze poziomym jak i pionowym. Klasyfikacje ubytków poekstrakcyjnych na potrzeby chirurgii regeneracyjnej i implantologicznej przedstawił między innymi Harris i wsp., [2002]. Przedstawia ona stopień i rodzaj zaniku wyrostka zębodołowego oraz wskazuje ograniczenia przy planowaniu leczenia implantoprotetycznego. W klasyfikacji zaproponowano skalę trzystopniową: stopień I – ubytki proste (*simple*, S), które cechuje wystarczająca ilość kości do wszczepu, stopień II – ubytki zaawansowane (*advanced*, A) z wystarczającą ilości tkanki kostnej do wszczepu, lecz złą jakością kości oraz ubytki z niewystarczającą ilości kości do wszczepu, stopień III – ubytki złożone (*complex*, C) z wystarczającą ilości tkanki kostnej do wszczepu, lecz zlokalizowane w przednim odcinku szczęki o bardzo wysokich wymaganiach estetycznych a także ubytki z niewystarczającą ilości kości do wszczepu. Istnieje również pięciostopniowa klasyfikacja Ferhera i Schorera w której ubytki klasy I stanowią

ubytki bez utraty kości od strony przedsionkowej. W klasie II stwierdza się utratę kości od strony przedsionkowej w zakresie 1–3 mm. W klasie III obserwuje się utratę kości od strony przedsionkowej > 3mm. W klasie IV istnieje całkowity zanik blaszki przedsionkowej, bez ubytku kości w wymiarze pionowym w przestrzeniach międzyzębowych. Natomiast w klasie V następuje całkowita utrata kości od strony przedsionkowej oraz towarzyszący jej ubytek pionowy kości. W opinii autorów w przypadku klas I–V zaleca się stosowanie metod regeneracyjnych.

Ubytki kostne poekstrakcyjne są wynikiem przeprowadzonego leczenia chirurgicznego, a ich powstanie jest związane przede wszystkim z naturalnym procesem gojenia i przebudowy, zwłaszcza z fizjologiczną utratą funkcji blaszki zbitej. Oprócz resorpcji w wymiarze pionowym pojawia się również utrata szerokości wyrostka zębodołowego w wymiarze policzkowo-językowym, która po 12 miesiącach od ekstrakcji wynosi aż 50% [Boeckler i wsp. 2009].

2.1.5. Wpływ morfologii na resorpcję

Zredukowane podłoże kostne szczęk może być także wynikiem uwarunkowań anatomicznych np. wąskim wyrostkiem zębodołowym, cienką blaszką zbitą po stronie policzkowej, niekorzystnego stosunku blaszki zbitej do kości korowej, warunkującego wydatność łęków zębodołowych. Proporcje kości zbitej do gąbczastej wyrostka zębodołowego zostały bardzo dobrze wyrażone w 4-stopniowej klasyfikacji Misha [1990] wyróżniającej klasy D1–D4, w której typ D1–D2 jest charakterystyczny dla wyrostka wąskiego i wysokiego.

Wyrostek zębodołowy wąski i wysoki jest czynnikiem etiologicznym powstawania recesji przyzębia, zwłaszcza w kontekście podejmowanego leczenia ortodontycznego. Ten rodzaj terapii najbardziej bowiem zmienia pozycje zębów w wyrostku zębodołowym, dlatego też w wyrostku wysokim i wąskim postępowanie ortodontyczne powinno być ukierunkowane na rozbudowie łuków zębowych, czyli przemieszczeniu zębów z kością a nie przez kość wyrostka zębodołowego [Melson 1999].

Udowodniono bezspornie, że siły ciągle którym towarzyszy zastosowanie elementów elastycznych zwiększają ryzyko resorpcji w porównaniu z siłami działającymi okresowo [Weltman i wsp. 2010]. Stwierdzono wiele czynników mających wpływ na przebieg procesu resorpcji. Zawsze są one połączeniem czynników genetycznych i mechanicznych oraz osobniczych predyspozycji pacjenta. Do czynników zwiększających ryzyko resorpcji związanych z terapią ortodontyczną zalicza się czas leczenia [Marques i wsp 2011], kierunek przesunięć zębowych [Artun i wsp. 2009], wielkość przykładanej siły [Harris

i wsp. 2006], rodzaj przykładanej siły (ciągła lub przerywana) [Weilnad 2006], rodzaj zastosowanego aparatu i technikę leczenia [Marques i wsp. 2010]. Nie bez znaczenia jest również wiek pacjenta [Liou i wsp. 2010].

Niedobór kostny wyrostka zębodołowego może mieć również charakter wrodzony, występuje np. w upośledzeniu czynności właściwej listewki zębowej, polegający na wrodzonym braku zawiązku zębów (*hypodontia*). Powoduje to zredukowanie wyrostka zębodołowego na wysokość i szerokość, ze zwężeniem jego łuku oraz częsty brak wargowej blaszki zbitej wyrostka zębodołowego [Szpringer-Nodzak 2017]. Obserwuje się wówczas obecność charakterystycznego, wąskiego wyrostka zębodołowego z towarzyszącymi podcieniami na jego powierzchni wargowej, co jest następstwem miejscowego zaniku czynnościowego podłoża kostnego.

2.2. Metryczno-radiologiczne metody oceny poziomu kości uzębionego wyrostka zębodołowego w zuchwie

W literaturze istnieje szereg metod radiologicznej oceny poziomu kości uzębionego wyrostka zębodołowego. Postępujący proces digitalizacji pozwala na coraz dokładniejszą ocenę przyzębia. Powszechnie wykorzystywane są zdjęcia okołowierzchołkowe i pantomograficzne, zastosowanie mają też zdjęcia zgryzowe. Coraz częściej w codziennej praktyce stosuje się również tomografie wolumetryczną zwaną też tomografią wiązki stożkowej CBCT.

Radiografia zewnątrzustna i wewnątrzustna może wykorzystywać obrazy w formie cyfrowej tj. zdigitalizowanej. Zastosowanie światłoczułych detektorów w procesie tworzenia obrazów pozwoliło na zmniejszenie dawki promieniowania dla pacjenta przy jednoczesnym utrzymaniu, bądź też nawet zwiększeniu jakości obrazu. Największą zaletą radiografii cyfrowej jest możliwość przetwarzania danych oraz manipulacja parametrami dotyczącymi gęstości i kontrastu obrazu, co pozwala na uzyskanie znacznie większej ilości szczegółów z danego obrazu oraz unikanie przekłamań [Jimenez-Gayosso 2018].

Metodą, która pozwala na ocenę ilościową ubytków resorpcyjnych o niewielkich rozmiarach, jest cyfrowa radiografia subtrakcyjna (*digital subtraction radiography*, DSR). Polega ona na obecności dwóch identycznych obrazów zarejestrowanych w formie cyfrowej, możliwe jest również wykorzystanie do tego celu zdjęć konwencjonalnych. Czulość radiografii subtrakcyjnej pozwala na wykrycie kraterów resorpcyjnych

o wielkości 0,5 mm [Heo i wsp. 2001]. W trakcie analizy subtrakcyjnej zostają usunięte struktury, których obraz po nałożeniu się nie wykazywał zmian. Pozwala to na lepsze uwidocznienie struktur, w przypadku których występują różnice w odcieniach szarości. Końcowy obraz uzyskuje się w procesie nałożenia się obu obrazów i przedstawia się jako różnice w parametrach gęstości pomiędzy nimi. Demineralizacje uwidaczniają się w radiografii subtrakcyjnej w postaci zaciemnienia, z kolei miejsca o większym wysyceniu minerałów prezentuje się jako przejaśnienie [Jurkiewicz-Mazurek i wsp. 2008]. Autorzy jednak cały czas podkreślają [Krzyżostaniak i Surdacka, 2010], iż obraz subtrakcji jest zapisem dwuwymiarowym i mimo precyzyjności wyników nie pozwala na określenie zasięgu czy też umiejscowienia zmian w trójwymiarowej strukturze tkanek. Należy pamiętać, iż wiązka promieniowania wygenerowana ze źródła płynąc do detektora, ulega osłabieniu na skutek napotkanych struktur. Z badań przeprowadzonych przez Ono i wsp., [2011] wynika, iż radiografia subtrakcyjna oraz radiografia cyfrowa są metodami pozwalającymi na precyzyjne wykrycie resorpcji o wielkości powyżej 0,5 mm. Krzyżostaniak i wsp., [2011] wykazali, iż radiografia subtrakcyjna jest metodą diagnostyczną czułą, pozwalającą przy zachowaniu idealnych warunków na wykrycie wczesnych zmian zawartości minerałów na poziomie 5%. W konwencjonalnych metodach wykrycie zmian jest możliwe dopiero przy poziomie utraty 30% składników mineralnych. Jak podkreślają autorzy, subtrakcja komputerowa pozwala na diagnozowanie zmian w obrębie tkanek twardych, umożliwia monitorowanie leczenia i może mieć zastosowanie w ocenie jego wyników. Może być ona stosowana w przypadku schorzeń periodontologicznych, próchnicy zębów, resorpcji wierzchołków korzenia zębów oraz implantologii. Mimo precyzyjnych wyników jakie daje radiografia subtrakcyjna, to wciąż występują trudności w jej stosowaniu. Wynika to z braku standaryzacji geometrii projekcji oraz kontrastu radiogramów.

Tomografia komputerowa rozwijająca się od lat 70. pod wieloma względami przewyższa konwencjonalną radiografię. Pozwala ona na całkowitą eliminację nakładalności struktur znajdujących się na różnych poziomach badanych warstw. Stwarza możliwość porównywania tkanek gdzie różnica gęstości jest mniejsza niż 1%. Wynik pojedynczego badania pozwala na przeglądanie uzyskanego obrazu jako przekrój osiowy, czołowy lub strzałkowy. Ponadto w metodzie tej możliwe jest trójwymiarowe obrazowanie struktur wysoko kontrastowych takich jak kość oraz wybrane struktury zębów. W ortodontycji tomografia komputerowa od dawna wykorzystywana jest do określania gęstości kości niezbędnej do ortodontycznych przemieszczeń zębów [Holberg i wsp. 2005], diagno-

zowania pacjentów z rozszczepem podniebienia wtórnego jak i pierwotnego [Wortche i wsp. 2006] oraz obrazowania zatrzymanych zębów w kości [Liu i wsp. 2008]. Pozwala na wygenerowanie dokładnego obrazu 3D przy jednoczesnej niskiej dawce promieniowania (czas ekspozycji 18 sekund). Możliwość uwidocznienia różnych projekcji obrazów pozwala na eliminację nakładalności struktur anatomicznych. CBCT nie może zastąpić całkowicie diagnostyki pantomograficznej, która wciąż pozostaje metodą bardziej dostępną i obciążoną mniejszym ryzykiem medycznym. Jankowska i Antoszevska [2012] podkreśliły, iż tomografia stożkowa (CBCT) staje się „złotym standardem” w stomatologicznej diagnostyce radiologicznej i jest wykorzystywana z powodzeniem w codziennej pracy klinicznej, jako narzędzie diagnostyczne do wykrywania wczesnych zmian resorpcyjnych i ubytków tkanek twardych. Tomografia komputerowa z powodzeniem jest stosowana w wielu dziedzinach stomatologii, przy leczeniu endodontycznym, w planowaniu leczenia implantologicznego, w chirurgii szczękowo-twarzowej czy też w diagnostyce okolicy stawów skroniowo-żuchwowych [Hol 2015].

Do każdej z metod diagnostyki radiologicznej można przypisać odpowiednią metodę metryczną uwzględniającą specyfikę badania, jej ograniczenia i zalety. Należy pamiętać iż największą słabością radiogramów jest przedstawianie struktur trójwymiarowych w dwóch wymiarach. Początkowo niewielkie zmiany mogą nie ujawniać się radiologicznie. Zmiany w przyzębiu mogą być zamaskowane przez nakładający się obraz zdrowej warstwy kości [Pietruska 2015]. Radiogramom dedykowane są metody płaszczyznowe, bezpośrednie, odnoszące się do pomiarów bezwzględnych tj. długości czy szerokości struktur anatomicznych lub pośrednie oparte na stosunku tych wymiarów. Rozwój CBCT i rekonstrukcji 3D pozwala na stosowanie metrycznych metod objętościowych diagnostyki radiologicznej ubytków kości.

Pepelasi i wsp., [1997] udowodnili, że zdjęcia około wierzchołkowe są bardziej użyteczne niż zdjęcia pantomograficzne do oceny poziomu kości wyrostka zębodołowego, zwłaszcza gdy w grę wchodzi niewielkie zmiany. Gedik i wsp., [2008] wskazują, iż zdjęcia zgryzowe wykazują największą precyzję w oszacowaniu poziomu grzebienia kostnego wyrostka zębodołowego, z kolei zaś zdjęcia okołowierzchołkowe w oszacowaniu poziomu kości wyrostka zębodołowego wykazują najmniejszą precyzję. Tomografia wolumetryczna CBCT pozwala najdokładniej oszacowywać w ujęciu objętościowym ubytki kostne [Krzyszostaniak i Surdacka 2014; Różyło 2016]. Analizując wyniki badań prowadzonych w różnych ośrodkach, na temat radiologicznej oceny poziomu kości należy podkreślić, iż panuje zgodność i rekomendacja zdjęcia pantomograficznego jako podsta-

wowego badania radiologicznego mogącego być uzupełnione zdjęciami wenątrzystnymi lub CBCT. Wynika to z łatwości stosowania tej formy diagnostyki radiologicznej, czytelności wyników, dostępności oraz obfitości danych jakie dostarcza. Hol i wsp., [2018] porównując zdjęcia pantomograficzne i CBCT wykazali wysoką użyteczność radiogramów do określania poziomu kości w żuchwie, wskazując na bezpieczne stosowanie metod metrycznych-bezpośrednich do zdjęć pantomograficznych.

Albander i wsp., [1986] przedstawili ocenę zmian poziomu wyrostka zębodołowego na podstawie trzech różnych metod metrycznych oraz dokonali ich porównania. Pierwszą z metod którą zastosowali to metoda własna Albandera — „metoda bezpośrednia” polegająca na pomiarze po stronie dystalnej i mezialnej zęba odległości w milimetrach między dwoma referencyjnymi punktami tj. grzebieniem wyrostka zębodołowego (AC) a połączeniem szklwno-cementowym (CEJ). W przypadku niewidocznienia CEJ w obrazie radiologicznym za punkt referencyjny uznawano dolny brzeg korony protekcyjnej lub dolny brzeg wypełnienia po stronie mezialnej. Za utratę kości uznawano wartość pomiaru większa niż 2 mm. Drugą z metod była „metoda pośrednia Schei” opisana w 1959 polegająca na przedstawieniu stosunku procentowego (%) CEJ-AC do długości korzenia zęba. Dystans CEJ-AC większy niż 1 mm uznawano za utratę kości wyrostka zębodołowego. Metoda trzecia to „metoda pośrednia Bjorna” opisana w 1969 polegająca na przedstawieniu stosunku (AC — szczyt korony) do długości całkowitej zęba. Badaniu poddano radiogramy 180 pacjentów w wieku 18–68 lat w odstępie 24 miesięcznym. Dane z pomiarów uzyskane opisanymi trzema metodami autorzy poddali analizie statystycznej z której wynika, iż metoda bezpośrednia i metoda pośrednia Schei wykazały wysoką korelację w ocenie radiologicznych zmian poziomu kości wyrostka zębodołowego. Metoda pośrednia Bjorn wykazała najmniejszą czułość wykrywania zmian poziomu kości. Metoda bezpośrednia wykazała największą łatwość zastosowania i czytelność wyników. Metoda pośrednia Schei wykazała największą zdolność wykrywania zmian poziomu kości wyrostka zębodołowego.

Pepelassi i wsp., [1997] zastosowali do radiologicznej oceny poziomu kości metodę bezpośrednią wyrażoną w milimetrach między dwoma referencyjnymi punktami CEJ-AC tj. grzebieniem wyrostka zębodołowego (AC) a połączeniem szklwno-cementowym (CEJ), gdzie grzebień wyrostka zębodołowego (AC) radiologicznie definiowano jako najbardziej przyszyjkowy punkt wzdłuż proksymalnej powierzchni korzenia, a więzadła ozębnej zaczynają być równej szerokości, jednakże w przypadku braku uwidocznienia uznawano najbardziej przyszyjkowy punkt kontaktu blaszki zbitej z powierzchnią ko-

rzenia. Pomiarów dokonywano po stronie dystalnej i mezialnej zęba. Autorzy ci wprowadzili trzystopniową skalę ubytku poziomu kości wyrostka zębodołowego (*osseous destruction*): mały ubytek poziomu kości definiowano jako dystans 1–4 mm CEJ-AC; za umiarkowany ubytek poziomu kości uznawano dystans 5–9 mm CEJ-AC; duży ubytek poziomu kości to dystans CEJ-AC równy lub większy 10 mm. Metodę pośrednią Schei rozumiano jako pomiar wyrażający procent (%) ubytku poziomu kości CEJ-AC do długości korzenia zęba. Ponadto w pracy autorzy przedstawili również zastosowanie siatki milimetrowej Fixot-Everett służącej jedynie do oceny zdjęć okołowierzchołkowych. Również w tej metodzie badaniu poddawano powierzchnie dystalną i mezialną zęba. Badanie przeprowadzono na radiogramach 100 pacjentów w wieku 18–75 lat. Autorzy wykazali, iż metoda pośrednia Schei była mniej wrażliwa na wykrywanie małych ubytków poziomu kości niż metoda bezpośrednia oparta na wartościach bezwzględnych w milimetrach. Nie stwierdzili oni różnicy statystycznej pomiędzy zdjęciami okołowierzchołkowymi a pantomogramem przy zastosowaniu metody pomiaru Schei. Procentowy odsetek zdjęć nie do oceny był znacząco wyższy w przypadku metody Schei. Metoda bezpośrednia według tych autorów jest bardziej dokładna i szczegółowa, wykazuje wyższość nad metodą Schei gdy chodzi o wykrywanie wczesnych zmian. Na podstawie zdjęć okołowierzchołkowych nie stwierdzono statystycznej różnicy między metodą Schei a siatką Fixot-Everett. Metoda Schei i metoda bezpośrednia mogą służyć do oceny zdjęć okołowierzchołkowych i pantomograficznych. Autorzy ci uznali zdjęcia okołowierzchołkowe za bardziej użyteczne niż zdjęcia pantomograficzne do oceny poziomu kości wyrostka zębodołowego, zwłaszcza gdy w grę wchodzi niewielkie zmiany. W opinii autorów metoda bezpośrednia jest bardziej dokładna niż metoda Bjorn w oszacowaniu ubytku poziomu kości w obrazie pantomograficznym.

W 2000 roku Tervonen i wsp., dokonali oceny zmian poziomu kości wyrostka zębodołowego u pacjentów dotkniętych cukrzycą typu 1. Badania przeprowadzono na radiogramach 43 pacjentów w wieku 24–36 lat przy zastosowaniu metody pośredniej Schei. Dokonywano pomiaru odległości pomiędzy połączeniem szklwno-cementowym CEJ, a kością w miejscu startu więzadeł ozębnej oraz CEJ a wierzchołkiem korzenia zęba. Wyniki przedstawiano jako procent (%) w postaci proporcji CEJ-BL / długości korzenia zęba, gdzie BL to poziom kości (*bone level*). Autorzy ci potwierdzili, iż u pacjentów z cukrzycą typu 1 dochodzi do utraty poziomu kości. W grupie pacjentów z uregulowaną i dobrze kontrolowaną cukrzycą typu 1 zmiany poziomu kości są porównywalne z grupą kontrolną w tym samym przedziale wiekowym.

Persson i wsp., [2003] dokonali porównania zdjęć wewnątrzustnych (zgryzowe, około wierzchołkowe) ze zdjęciami pantomograficznymi przy pomocy metody bezpośredniej i pośredniej Schei pomiaru poziomu kości wyrostka zębodołowego. Pomiaru CEJ-BL (*bone level*) dokonywano standardowo na powierzchni dystalnej i mezialnej każdego zęba. Poziom kości (BL) definiowano jako najbardziej szczytowy brzeg kostny sąsiadujący z dokładnie widoczną szparą ozębnej. Badaniu poddano radiogramy 292 pacjentów gdzie średnia wieku wynosiła 55,5 lat. Autorzy ci wykazali, iż poziom kości wyznaczony na podstawie zdjęć wewnątrzustnych i pantomograficznych był wysoce porównywalny. Zdjęcie OPG przez tych autorów jest rekomendowane jako podstawowe badanie radiologiczne w ocenie poziomu kości wyrostka zębodołowego mogące być uzupełniane zdjęciami wewnątrzustnymi.

W 2008 Gedik i wsp., przeprowadzili ocenę zdjęć radiologicznych w oparciu o metodę bezpośrednią (dystans CEJ-AC w milimetrach). Analizie poddawano zdjęcia około wierzchołkowe, zgryzowe i pantomograficzne (OPG) w grupie 21 pacjentów w wieku 18–59 lat. Autorzy ci wskazali jakoby zdjęcia zgryzowe wykazują największą precyzję w oszacowaniu poziomu grzebienia kostnego wyrostka zębodołowego. Zdjęcia pantomograficzne OPG precyzyjnie pozwalają określić poziom kości wyrostka zębodołowego. Z badań tych autorów wynikało, iż zdjęcia okołowierzchołkowe wykazują najmniejszą precyzję w oszacowaniu poziomu kości wyrostka zębodołowego.

Badania Rzeszut i wsp. 2009 opierały się na analizie zdjęć okołowierzchołkowych według czterech parametrów. Pionowy wymiar ubytku kostnego (H) mierzony między najbardziej dowierzchołkowo położonym punktem ubytku kostnego (dnem ubytku) a poziomą projekcją najbardziej dokoronowo zlokalizowanego punktu na brzegu wyrostka kostnego na powierzchni korzenia. Poziomy wymiar ubytku kostnego (A) zawarty między rzutem najbardziej dokoronowo zlokalizowanego punktu na brzegu wyrostka kostnego na powierzchnię korzenia a tym punktem. Pole ubytku kostnego mierzone jako pole powierzchni trójkąta ze wzoru $1/2 AH$. Procentowy (%) ubytek tkanki kostnej, który obliczano jako stosunek dwóch odcinków: pierwszego mierzonego od wierzchołka korzenia zęba do brzegu wyrostka kostnego (AC) oraz drugiego mierzonego od wierzchołka korzenia zęba do linii szkliwno-cementowej (CEJ). Badaniu poddano radiogramy 29 pacjentów w wieku 30–62 lata badając wpływ leczenia periodontologiczno-ortodontycznego na tkanki przyzębia zębów siecznych szczęki.

Czochrowska i wsp., [2010] dokonali retrospektywnej oceny leczenia ortodontycznego aparatami stałymi na radiogramach 31 pacjentów (384 oceniane zęby) z choro-

bą przyzębia. Zastosowaną metodą do oceny radiologicznej była metoda bezpośrednia. Za pomocą suwmiarki elektronicznej oceniano poziom kości wyrostka zębodołowego po stronie dystalnej i mezjanej na pantomogramach wykonywanych przed leczeniem ortodontycznym i po terapii. Pomiaru dokonywano w milimetrach CEJ-AC. W przypadku kiedy połączenie szklwno-cementowe było niewidoczne za punkt odniesienia przyjmowano sklepienie komory zęba. Zmiany poziomu kości wyrostka zębodołowego dla każdego przesuwanego ortodontycznie zęba na podstawie zdjęcia pantomograficznego uzyskanego przed rozpoczęciem terapii ortodontycznej i po jej zakończeniu, zostały uszeregowane według skali: 0 — zachowana wysokość wyrostka zębodołowego po stronie bliżej i dalszej; 1 — obniżenie wysokości wyrostka zębodołowego powyżej 1mm dystalnie lub mezjalnie; 2 — przyrost kości wyrostka zębodołowego powyżej 1mm przy jednoczesnym braku resorpcji kości po stronie przeciwnej. Na podstawie badań autorzy ci wykazali, że podczas leczenia ortodontycznego doszło do resorpcji kości wyrostka zębodołowego przy 15 zębach.

W 2015 Preus i wsp., porównali metodę bezpośrednią w rozumieniu CEJ-AC i pośrednią (CEJ-AC / *length root*) pomiaru wysokości kości wyrostka zębodołowego dla zdjęć okołowierzchołkowych wykonywanych dwoma różnymi technikami projekcji radiologicznej. Pierwszą opcją była technika kąta prostego a druga zakładała odchylenie sensora o dodatkowe 30 stopni tak, że tworzył on z wiązką promieniowania kąt 120 stopni. Wykazali oni, że metoda bezpośrednia jest stronnicza przy kącie +30 stopni. Wskazali jednocześnie, iż obie metody bezpośrednia i pośrednia wykazują wysoką korelację w ocenie radiologicznych zmian poziomu kości wyrostka zębodołowego przy zachowaniu techniki kąta prostego wykonywania zdjęć. Badanie przeprowadzono na 20 zębach.

Radiologiczna ocena poziomu kości wyrostka zębodołowego (blaszka policzkowa) jako składowa może służyć również procesowi identyfikacji i ustalenia wieku metrykalnego zmarłych w toku czynności podejmowanych przez lekarzy medycyny sądowej. Koh i wsp. [2017] udowodnili, że poziom kości wyrostka zębodołowego wykazuje wysoką korelację z wiekiem metrykalnym i jej poziom może służyć do oceny wieku denata. Na skanach CBCT dokonali pomiarów poziomu kości wyrostka zębodołowego metodą pośrednią mierząc dystans od połączenia szklwno-cementowego do grzebienia wyrostka zębodołowego zestawiając to z protokołem Gustafsona i uzyskali istotną statystycznie korelację. Badanie przeprowadzono na 284 skanach CBCT pochodzących od 150 kobiet i 134 mężczyzn w wieku powyżej 20 lat. Już w 1950 roku Gustafson opisał metodę ustalania wieku na podstawie 6 powiązanych z wiekiem zmian zębowych i okołozębowych

występujących od wyrznięcia się zęba aż do śmierci człowieka. Ten skomplikowany proces ustalania wieku polega na ocenie takich parametrów jak: poziom starcia tkanek twardych zęba (atrycja), wielkość pokładów zębiny wtórnej, wielkość resorpcji korzenia, apozycja cementu i przezierność korzenia.

W 2018 Hol i wsp., dokonali porównania przydatności zdjęć pantomograficznych i CBCT w szacowaniu poziomu kości w żuchwie w wymiarze pionowym na potrzeby chirurgii implantologicznej. W swych badaniach na potrzeby metryczne definiowali oni poziom kości jako odległość wyrażoną w milimetrach między stropem kanału nerwu zębodołowego dolnego a grzebieniem wyrostka zębodołowego AC (w polskiej nomenklaturze szczyt części zębodołowej żuchwy). Wykazali oni, iż zdjęcia pantomograficzne cechuje wysokie bezpieczeństwo szacowania wysokości kości w wymiarze pionowym w żuchwie i może być rutynowo stosowana w diagnostyce implantologicznej, przedzabiegowej. Badanie przeprowadzono na 132 tomografiach CBCT i zdjęciach pantomograficznych u 508 pacjentów.

Z przedstawionego piśmiennictwa wynika, że istnieje wiele metod oceny poziomu kości uzębionego wyrostka zębodołowego w żuchwie. Analizując wyniki badań prowadzonych w różnych ośrodkach należy podkreślić, iż preferowanymi metodami są metoda Albandera bezpośrednia [1986] i Schei pośrednia [1959]. Za stosowaniem metody bezpośredniej przemawia jej łatwość stosowania i największa czytelność wyników. Metoda pośrednia jest mniej wrażliwa na wykrywanie małych ubytków poziomu kości niż metoda bezpośrednia oparta na wartościach bezwzględnych wyrażonych w milimetrach. Z racji występowania dodatkowego parametru jakim jest długość korzenia w metodzie pośredniej procentowy odsetek zdjęć nie do oceny jest znacznie wyższy niż w badaniach opartych na wartościach bezwzględnych. Radiologiczne metody oceny bazujące na analizie zdjęć pantomograficznych są najbardziej przydatne w diagnostyce resorpcji, ponieważ radiogramy te są rutynowo wykonywane przed rozpoczęciem terapii ortodontycznej, w trakcie wizyt kontrolnych oraz na jej zakończenie. Tomografie komputerową cechuje duża dokładność w wykrywaniu zmian poziomu kości w żuchwie, nie jest jednak ona dotąd rutynowo i powszechnie wykonywana u pacjentów objętych terapią ortodontyczną.

3. Cel pracy

Resorpcja kości uzębionej części szczęk wywiera istotny wpływ na spójność uzębienia oraz stabilizację wyników leczenia. Wyniki przeprowadzonych wcześniej badań, jak i doświadczenia z własnej z praktyki chirurgicznej, potwierdzają konieczność zwrócenia uwagi na zmiany poziomu kości wyrostka zębodołowego, które mogą pojawić się w wyniku obciążenia zębów elementami aparatu stałego i zmianie warunków higienicznych. Dane dotyczące zmiany poziomu kości wyrostka zębodołowego u pacjentów leczonych ortodontycznie w polskim piśmiennictwie są opisane w pojedynczych doniesieniach. Informacje dotyczące kierunku zmian poziomu kości są niejednoznaczne. W piśmiennictwie wyraźnie brakuje badań oryginalnych, w których problem podjęty był by całościowo i dotyczył zębów w szczęce lub żuchwie. W związku z powyższym w prezentowanej pracy podjęto próbę ustalenia obecności i ewentualnego kierunku zmian wysokości kości części zębodołowej żuchwy u pacjentów leczonych ortodontycznie.

W pracy postawiono następujące pytanie badawcze: czy istnieją różnice w wysokości kości o znaczeniu klinicznym w części zębodołowej żuchwy przed leczeniem i po leczeniu ortodontycznym w odniesieniu do płci we wszystkich analizowanych parametrach?

Cele szczegółowe pracy:

1. Ocena odległości między dwoma referencyjnymi punktami (połączeniem szkliwno-cementowym CEJ a grzebieniem wyrostka zębodołowego AC) na powierzchni mezialnej i dystalnej każdego zęba w żuchwie na zdjęciach pantomograficznych wykonywanych:
 - przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego (T0),
 - po zakończonym leczeniu ortodontycznym (T1).
2. Porównanie odległości CEJ-AC w czasie T0 i T1 pomiędzy powierzchnią mezialną i dystalną każdego zęba.
3. Porównanie odległości CEJ-AC w czasie T0 i T1 pomiędzy poszczególnymi grupami zębowymi.
4. Porównanie odległości CEJ-AC w czasie T0 i T1 pomiędzy stroną prawą i lewą pacjenta.

4. Materiał i metodyka

4.1. Materiał

Materiał badany stanowiły radiogramy 50 pacjentów przed i po leczeniu ortodontycznym, czyli 100 radiogramów pacjentów w wieku od 18 do 44 lat leczonych w Poradni Katedry i Kliniki Ortopedii Szczękowej i Ortodoncji Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu w latach 2010–2018. Analiza objęła 14 zębów w łuku dolnym, co daje łącznie 1400 zębów. Pomiary dokonywano po stronie mezialnej i dystalnej każdego zęba co przekłada się na 2800 pomiarów. Zdjęcia zakwalifikowane do analizy były dobrej jakości, zostały wykonane w odpowiednim ustawieniu głowy (płaszczyzna strzałkowa pokrywała się ze środkiem górnego i dolnego łuku zębowego) w tej samej jednostce uniwersyteckiej i przy użyciu tego samego aparatu. Do pracy dokonano wyboru pacjentów spośród większej liczby pacjentów leczonych aparatami stałymi. Wszyscy pacjenci u których nie stwierdzono chorób przyzębia byli leczeni metodą łuku prostego przy zastosowaniu sił rzędu 15–50 gram/cm².

Kwalifikacja do badania radiologicznego odbywała się na podstawie kryteriów:

- wiek powyżej 17. roku życia w chwili rozpoczęcia leczenia tj. po całkowitym zamknięciu szwa przysieczno-kłowego,
- wiek poniżej 45. roku życia w chwili rozpoczęcia leczenia,
- posiadanie pełnej dokumentacji medycznej (badanie anamnestyczne, badanie kliniczne, zdjęcia pantomograficzne i teleroentgenowskie boczne głowy, modele diagnostyczne),
- zdjęcie pantomograficzne wykonane przed leczeniem ortodontycznym tj. nie starsze niż 6 miesięcy,
- zdjęcia pantomograficzne wykonane po leczeniu ortodontycznym tj. nie później niż 1 miesiąc od zdjęcia aparatu z łuku dolnego,

- pełne uzębienie w łuku dolnym w czasie T0 tj. obecność zębów od 47 do 37. W czasie T1 mogła wystąpić redukcja zębów w łuku w wyniku ekstrakcyjnego leczenia ortodontycznego.

Z badania wykluczono dokumentację pacjentów, u których wystąpiły takie zaburzenia jak:

- ponowne leczenie ortodontyczne aparatami stałymi,
- oligodoncja,
- rozszczepy i inne wady czaszkowe,
- zatrzymane kły,
- uraz zębów z wywiadu,
- stany zapalne w przyzębiu przed rozpoczęciem leczenia.

Tabela 2. Liczebność parametrów w zależności od płci

	Kobiety	Mężczyźni	Razem
Liczba osób	32	18	50
Liczba radiogramów	64	36	100
Liczba zębów poddana badaniu	896	504	1400
Liczba powierzchni zębów poddana badaniu	1792	1008	2800

Tabela 3. Rozkład grupy badanej ze względu na płeć

	Liczba	Procent
Kobiety	32	64%
Mężczyźni	18	36%

Tabela 4. Rozkład grupy badanej ze względu na wiek

	Liczba	Procent
Młodzi dorośli (18–35)	47	94%
Dorośli (36–45)	3	6%

4.2. Metodyka

Przedmiotem badania była uzębiona część żuchwy. Analizy obrazu dokonano na zdjęciu pantomograficznym po stronie mezialnej i dystalnej każdego zęba w żuchwie przed leczeniem ortodontycznym i po zakończeniu terapii aparatem stałym. Zgodnie z infor-

macjami przedstawionymi w przeglądzie piśmiennictwa, dotyczącymi metodyki oceny poziomu kości części zębodołowej żuchwy zastosowano metodę bezpośrednią prezentującą bezwzględną wartość parametru wyrażoną w milimetrach [mm] opisaną w 1985 roku, przez Albandera i wsp., a stosowaną powszechnie przez wielu autorów po dziś dzień w odniesieniu do zdjęć pantomograficznych (Pepelassi, 1997; Persson, 2003; Gedik, 2008; Czochrowska, 2010; Zoizner, 2018).

Pomiarów dokonywano przy użyciu suwmiarki elektronicznej kalibrowanej Dexter Digital Caliper z dokładnością $\pm 0,01$ mm (wskazanie producenta) (Rycina 1).



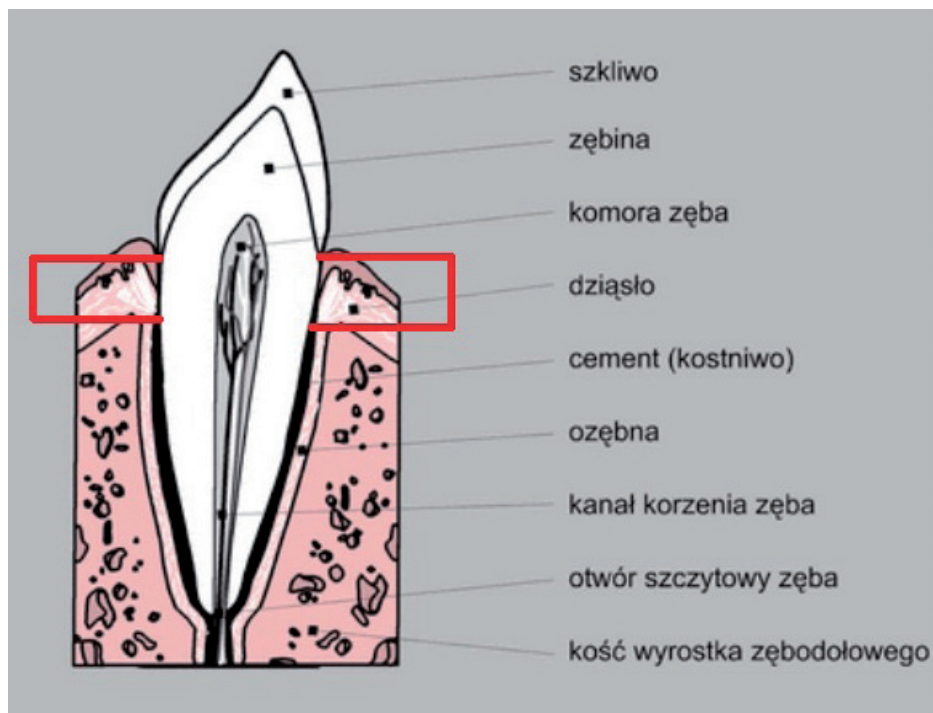
Rycina 1. Suwmiarka elektroniczna Dexter Digital Caliper

Pomiary odległości od połączenia szklwno-cementowego do poziomu kości wyrostka zębodołowego na zdjęciach pantomograficznych powtórzono dla wybranych losowo 10 pacjentów. Wyznaczono metodą Dahleberga błąd pomiaru na poziomie 0,15, zaś współczynnik rzetelności Houstona obliczono jako 88% % [Dahlberg 1940, Houston 1983, Czochrowska i wsp. 2010].

Zdjęcia pantomograficzne zostały wykonane w Zakładzie Radiologii Stomatologicznej UMP przy użyciu tego samego aparatu CRANEX TOME CEPH (Type I Nr X80I79R).

Metoda bezpośrednia pomiaru (Ryciny 2 i 3) polegała na pomiarze w milimetrach po stronie mezjalnej i dystalnej każdego zęba odległości między dwoma referencyjnymi punktami tj. połączeniem szklwno-cementowym CEJ (*cementoenamel junction*) a grzebieniem wyrostka zębodołowego AC (*alveolar crest*) przed i po leczeniu ortodon-

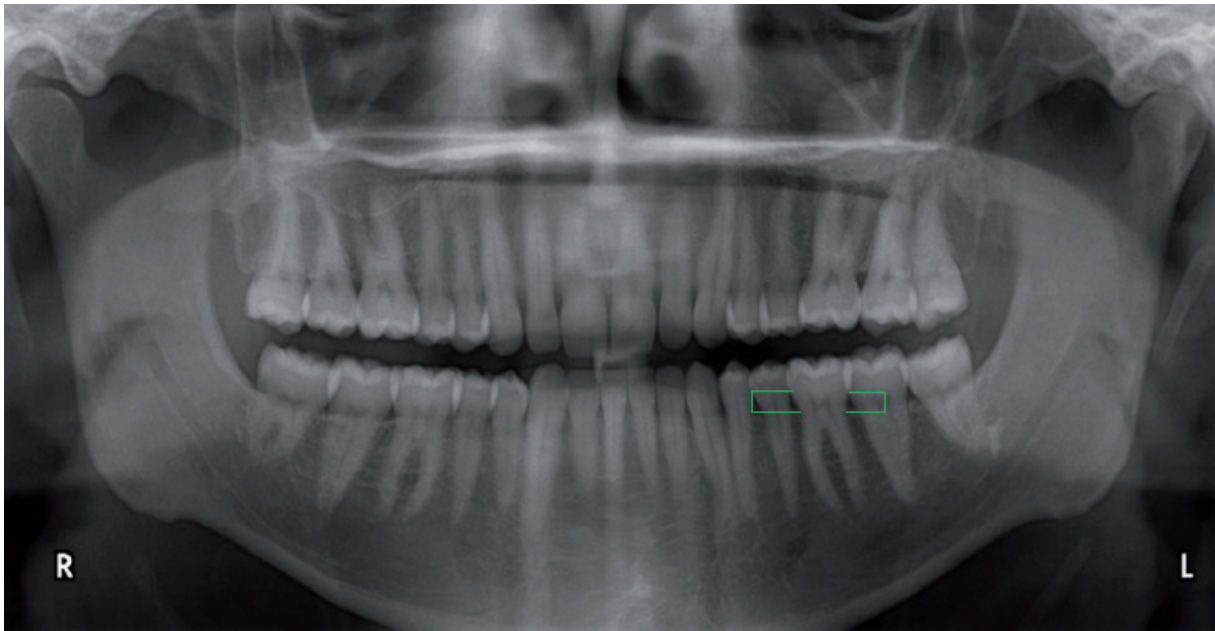
tycznym. Grzebień wyrostka zębodołowego AC radiologicznie definiowano jako najbardziej przyszyjkowy punkt wzdłuż powierzchni korzenia, gdzie więzadła ozębnej (szpara ozębnej) zaczynają być równej szerokości, jednakże w przypadku braku uwidocznienia uznawano najbardziej przyszyjkowy punkt kontaktu blaszki zbitej z powierzchnią korzenia zęba. W przypadku braku uwidocznienia połączenia szklwno-cementowego za punkt referencyjny uznawano poziom sklepienia komory lub dolny brzeg wypełnienia (korony protetycznej).



Rycina 2. Schematyczne przedstawienie metody pomiaru

Na potrzeby niniejszej pracy nie zdecydowano się na zastosowanie metody pośredniej odnoszącej się do stosunku odległości CEJ-AC i długości korzenia chcąc wyeliminować angulację zęba na radiogramach i fałszywą zmianę długości korzenia co mogło by wpłynąć na wypaczenie wyników badań. Wykorzystano radiogramy wykonane tym samym aparatem w tej samej pracowni, a więc z odpowiednią powtarzalnością. Włączenie do metodyki kolejnego pomiaru jakim byłaby długość korzenia skutkowałaby również zwiększoną ilością zdjęć nie do odczytu.

Uzyskane wyniki przed leczeniem ortodontycznym (w czasie T0) i po jego zakończeniu (w czasie T1) umieszczano w indywidualnej karcie pomiarów a następnie zostały one poddane analizie statystycznej celem ustalenia zmian wysokości kości uzębionej części zębodołowej żuchwy.



Rycina 3. Schematyczne przedstawienie metody pomiaru na zdjęciu pantomograficznym

Różnice w badanym parametrze CEJ-AC zgrupowano w przedziały o znaczeniu klinicznym dla każdej z powierzchni zęba tj. powierzchni dystalnej i mezjalnej. Za zmianę o znaczeniu klinicznym uznawano zmianę parametru CEJ-AC między czasem T0 i T1 powyżej ± 1 mm. Powyższą wartość krytyczną wyznaczono na podstawie piśmiennictwa. Dla dokładnego zanalizowania zachodzących zmian przeanalizowano również wyniki dla wartości krytycznej zmiany parametru CEJ-AC w czasie T0 i T1 na poziomie $\pm 0,5$ mm.

$$\Delta = 1 \text{ mm}$$

$$\Delta = 0,5 \text{ mm}$$

Dokonano również analizy radiogramów pod kątem obecności zębów mądrości w żuchwie (38,48) w czasie T0 i T1. Obecność zęba ósmego w czasie T0 (rozpoczęcie leczenia) i T1 (zakończenie leczenia) przedstawiono w ujęciu tabelarycznym.

Dla czytelnego zobrazowania wyników dokonano następującego podziału badanych sekwencji zębowych:

- zęby trzonowe (36, 37, 46, 47),
- zęby przedtrzonowe (34, 35, 44, 45),
- kły (33, 43),
- zęby sieczne przyśrodkowe (31, 41),
- zęby sieczne boczne (32, 42).

4.3. Analiza statystyczna

Opracowanie statystyczne przeprowadzono za pomocą pakietu statystycznego Statistica 12 w Zakładzie Informatyki i Statystyki Katedry Informatyki i Statystyki Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu. W celu scharakteryzowania badanych cech zmiennych zmierzonych na skali interwałowej wyznaczono odpowiednie statystyki opisowe:

- wartość minimalną — najmniejsza wartość obserwacji na danej powierzchni zęba,
- kwartył 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,
- kwartył górny — wartość obserwacji, której nie przekroczyło 75% ogółu pacjentów,
- wartość maksymalną — największa wartość obserwacji na danej powierzchni zęba,
- odchylenie standardowe — określa w liczbach bezwzględnych rozproszenie (rozrzut) obserwacji wokół średniej.

5. Wyniki

5.1. Statystyka opisowa

Wyniki dla zmiennych zmierzonych na skali interwałowej przedstawiono w tabelach 5 i 6.

Tabela 5. Statystyka opisowa. Mediana. Minimum. Średnia. Dotyczy wieku pacjenta w chwili rozpoczęcia leczenia (T0) wyrażony w latach, czasu leczenia w miesiącach oraz badanego parametru CEJ-AC w milimetrach w czasie T0 i T1 dla powierzchni meżalnej i dystalnej każdego zęba

Zmienna	Statystyki opisowe			
	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum
Wiek w chwili rozpoczęcia leczenia	50	26,68000	25,50000	18,00000
Czas leczenia (miesiące)	50	31,02000	30,50000	12,00000
47 dystalnie T0	50	1,78940	1,33500	0,51000
47 meżalnie T0	50	1,60660	1,68500	0,39000
47 dystalnie T1	50	1,81620	1,61500	0,49000
47 meżalnie T1	50	1,78180	1,54500	0,54000
46 dystalnie T0	50	1,51660	1,56000	0,41000
46 meżalnie T0	50	1,39700	1,27000	0,18000
46 dystalnie T1	50	1,84740	1,75500	0,47000
46 meżalnie T1	49	1,87673	1,73000	0,64000
45 dystalnie T0	50	1,30840	1,18000	0,14000
45 meżalnie T0	50	1,39980	1,27500	0,42000
45 dystalnie T1	50	1,64660	1,49000	0,00000
45 meżalnie T1	50	1,78120	1,74000	0,40000
44 dystalnie T0	47	1,24957	1,11000	0,43000
44 meżalnie T0	45	1,27089	1,22000	0,34000
44 dystalnie T1	46	1,61022	1,60500	0,46000
44 meżalnie T1	47	1,57809	1,48000	0,07000
43 dystalnie T0	47	1,32191	1,30000	0,42000
43 meżalnie T0	47	1,29894	1,20000	0,46000
43 dystalnie T1	49	1,47388	1,26000	0,69000
43 meżalnie T1	50	1,56480	1,45500	0,39000

Tabela 5. Cd.

Zmienna	Statystyki opisowe			
	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum
42 dystalnie T0	46	1,15870	1,02500	0,35000
42 mezialnie T0	45	1,12044	0,95000	0,35000
42 dystalnie T1	47	1,34426	1,23000	0,40000
42 mezialnie T1	45	1,55578	1,23000	0,42000
41 dystalnie T0	43	1,19930	1,08000	0,41000
41 mezialnie T0	37	1,11027	0,98000	0,47000
41 dystalnie T1	40	1,47950	1,20500	0,43000
41 mezialnie T1	40	1,37275	1,17500	0,00000
31 dystalnie T0	41	1,22976	1,12000	0,39000
31 mezialnie T0	37	1,14838	1,04000	0,43000
31 dystalnie T1	41	1,48195	1,34000	0,43000
31 mezialnie T1	40	1,45750	1,24000	0,38000
32 dystalnie T0	44	1,27477	1,09000	0,39000
32 mezialnie T0	43	1,18442	1,09000	0,34000
32 dystalnie T1	46	1,55326	1,26000	0,57000
32 mezialnie T1	45	1,55600	1,32000	0,46000
33 dystalnie T0	48	1,19271	1,14000	0,40000
33 mezialnie T0	48	1,25938	1,20500	0,52000
33 dystalnie T1	49	1,55245	1,42000	0,51000
33 mezialnie T1	49	1,60510	1,50000	0,64000
34 dystalnie T0	48	1,36271	1,32000	0,41000
34 mezialnie T0	48	1,31583	1,19500	0,51000
34 dystalnie T1	49	1,66082	1,47000	0,61000
34 mezialnie T1	49	1,57306	1,33000	0,78000
35 dystalnie T0	49	1,32469	1,46000	0,00000
35 mezialnie T0	49	1,45245	1,30000	0,43000
35 dystalnie T1	49	1,73796	1,50000	0,43000
35 mezialnie T1	49	1,64816	1,50000	0,47000
36 dystalnie T0	50	1,66240	1,55500	0,32000
36 mezialnie T0	49	1,64429	1,41000	0,45000
36 dystalnie T1	50	1,83940	1,62000	0,48000
36 mezialnie T1	50	1,75840	1,53500	0,67000
37 dystalnie T0	46	1,87043	1,63000	0,41000
37 mezialnie T0	50	1,55900	1,28500	0,33000
37 dystalnie T1	50	1,83620	1,51000	0,43000
37 mezialnie T1	50	1,80660	1,57500	0,64000

Najwyższą wartość (maksimum) parametru CEJ-AC tj. odległość pomiędzy połączeniem szklwno-cementowym a grzebieniem wyrostka zębodołowego w czasie T0 odnotowano przy zębie 47 na powierzchni dystalnej 6,54 mm z kolei w czasie T1 przy zębie 37 na powierzchni dystalnej i wyniosła 6,78 mm.

Tabela 6. Statystyka opisowa. Kwartył dolny i górny. Maksimum. Odchylenie standardowe. Wiek w chwili rozpoczęcia wyrażony w latach. Czas leczenia w miesiącach. Parametr CEJ-AC w czasie T0 i T1 dla powierzchni mezialnej i dystalnej w milimetrach

Zmienna	Statystyki opisowe			
	Maksimum	Dolny Kwartył	Górny Kwartył	Odchylenie standardowe
Wiek w chwili rozpoczęcia leczenia	44,00000	22,00000	30,00000	5,881274
Czas leczenia (miesiące)	53,00000	27,00000	36,00000	8,135310
47 dystalnie T0	6,54000	0,91000	2,45000	1,174568
47 mezialnie T0	3,40000	1,10000	1,95000	0,764489
47 dystalnie T1	4,31000	1,28000	2,24000	0,789386
47 mezialnie T1	3,27000	1,40000	2,27000	0,709722
46 dystalnie T0	2,99000	1,07000	1,81000	0,661929
46 mezialnie T0	3,71000	0,94000	1,64000	0,696159
46 dystalnie T1	3,25000	1,34000	2,39000	0,685455
46 mezialnie T1	4,19000	1,43000	2,16000	0,730229
45 dystalnie T0	4,06000	0,87000	1,80000	0,717664
45 mezialnie T0	3,95000	0,64000	1,74000	0,817249
45 dystalnie T1	4,40000	1,27000	2,06000	0,745182
45 mezialnie T1	3,47000	1,30000	2,16000	0,699789
44 dystalnie T0	2,42000	0,86000	1,55000	0,469472
44 mezialnie T0	2,51000	0,93000	1,45000	0,497516
44 dystalnie T1	3,36000	1,34000	1,80000	0,607192
44 mezialnie T1	2,57000	1,20000	2,11000	0,541679
43 dystalnie T0	3,11000	0,94000	1,42000	0,583299
43 mezialnie T0	2,92000	0,85000	1,56000	0,583487
43 dystalnie T1	3,12000	1,02000	1,87000	0,588295
43 mezialnie T1	3,58000	1,01000	2,04000	0,736274
42 dystalnie T0	2,56000	0,80000	1,38000	0,605073
42 mezialnie T0	2,73000	0,74000	1,34000	0,508898
42 dystalnie T1	3,58000	0,84000	1,70000	0,686845
42 mezialnie T1	3,58000	0,98000	1,94000	0,813859
41 dystalnie T0	2,73000	0,76000	1,57000	0,563219
41 mezialnie T0	2,73000	0,80000	1,31000	0,478560
41 dystalnie T1	3,63000	0,97500	1,86000	0,732379
41 mezialnie T1	3,16000	0,79000	1,84000	0,724806
31 dystalnie T0	2,73000	0,80000	1,42000	0,556846
31 mezialnie T0	2,73000	0,80000	1,44000	0,484811
31 dystalnie T1	2,96000	0,96000	1,92000	0,697098
31 mezialnie T1	2,84000	0,99500	2,02500	0,652984
32 dystalnie T0	3,03000	0,83000	1,65000	0,611861
32 mezialnie T0	2,73000	0,75000	1,77000	0,552976
32 dystalnie T1	3,49000	0,97000	2,10000	0,738777
32 mezialnie T1	3,17000	0,93000	2,37000	0,742843
33 dystalnie T0	2,51000	0,81000	1,43000	0,507651
33 mezialnie T0	2,50000	0,95500	1,58500	0,462580

Tabela 6. Cd.

Zmienna	Statystyki opisowe			
	Maksimum	Dolny Kwartyl	Górny Kwartyl	Odchylenie standardowe
33 dystalnie T1	3,08000	1,19000	1,97000	0,618629
33 mezialnie T1	2,86000	1,12000	2,27000	0,626585
34 dystalnie T0	2,97000	0,89000	1,80500	0,620301
34 mezialnie T0	2,51000	1,02000	1,83000	0,536152
34 dystalnie T1	3,21000	1,23000	1,96000	0,663274
34 mezialnie T1	2,84000	1,08000	2,41000	0,652582
35 dystalnie T0	2,40000	0,90000	1,57000	0,555799
35 mezialnie T0	2,64000	1,12000	1,89000	0,549900
35 dystalnie T1	4,47000	1,21000	2,20000	0,789554
35 mezialnie T1	3,16000	1,17000	2,15000	0,652053
36 dystalnie T0	3,90000	1,04000	2,05000	0,853936
36 mezialnie T0	3,50000	1,03000	2,00000	0,841311
36 dystalnie T1	3,84000	1,31000	1,98000	0,856179
36 mezialnie T1	5,10000	1,22000	2,49000	0,802258
37 dystalnie T0	4,96000	1,23000	2,09000	1,105214
37 mezialnie T0	4,69000	0,98000	1,97000	0,839534
37 dystalnie T1	6,78000	1,31000	1,85000	1,139815
37 mezialnie T1	3,45000	1,19000	2,45000	0,796753

Najniższą wartość (minimum) parametru CEJ-AC w czasie T0 odnotowano przy zębie 45 na powierzchni dystalnej 0,14 mm z kolei w czasie T1 przy zębie 44 na powierzchni mezialnej i wyniosła 0,07 mm.

Najwyższą średnią wartość parametru CEJ-AC zaobserwowano w czasie T1 na powierzchni mezialnej przy zębie 46 (1,88 mm). Z kolei w czasie T0 najwyższą wartość średnią odnotowano przy zębie 37 na powierzchni dystalnej (1,87 mm).

Najniższą średnią wartość parametru CEJ-AC zaobserwowano w czasie T0 przy zębie 41 na powierzchni mezialnej (1,11 mm). Z kolei w czasie T1 przy zębie 42 na powierzchni dystalnej (1,34 mm).

Średni wiek pacjenta w badanej grupie to 26,68 lat (mediana 25,5). Najmłodszy pacjent miał 18 lat, najstarszy 44 lata. Średni czas aktywnego leczenia wyniósł 31 miesięcy.

Wyniki dla zmiennych na skali porządkowej/nominalnej przedstawiono w ujęciu tabelarycznym.

W pracy przedstawiono również wyniki dotyczące zmiany obecności zębów mądrości (38,48) w czasie T0 i T1. Obecność zęba ósmego w czasie T0 (rozpoczęcie leczenia) i T1 (zakończenie leczenia) przedstawiono w ujęciu tabelarycznym.

Tabela 7. Liczność grupy ze względu na płeć

Klasa	Tabela liczności: płeć	
	Liczba	Procent
Kobiety	32	64
Mężczyźni	18	36
Braki	0	0

W 68 % badanych przypadkach stwierdzono obecność trzeciego zęba trzonowego po stronie prawej w żuchwie w 32% jego brak w chwili rozpoczęcia leczenia T0 (Tabela 8). Natomiast po zakończeniu leczenia w czasie T1 obecny był on już u zaledwie 42%. Odsetek brakującego zęba 48 wzrósł do 58% (Tabela 9).

Tabela 8. Obecność zęba 48 w czasie T0 (rozpoczęcie leczenia)

Klasa	Tabela liczności: obecność zęba 48 T0	
	Liczba	Procent
Brak	16	32
Obecny	34	68
Braki	0	0

Tabela 9. Obecność zęba 48 w czasie T1 (zakończenie leczenia)

Klasa	Tabela liczności: obecność zęba 48 T1	
	Liczba	Procent
Brak	29	58
Obecny	21	42
Braki	0	0

W 70% badanych przypadkach stwierdzono obecność trzeciego zęba trzonowego po stronie lewej w żuchwie w 30% jego brak w chwili rozpoczęcia leczenia T0 (Tabela 10). Natomiast po zakończeniu leczenia w czasie T1 obecny był on już u zaledwie 42%. Odsetek brakującego zęba 38 wzrósł do 58% (Tabela 11).

Tabela 10. Obecność zęba 38 w czasie T0 (rozpoczęcie leczenia)

Klasa	Tabela liczności: obecność zęba 38 T0	
	Liczba	Procent
Brak	15	30
Obecny	35	70
Braki	0	0

Tabela 11. Obecność zęba 38 w czasie T1 (zakończenie leczenia)

Klasa	Tabela licznosci: obecność zęba 38 T1	
	Liczba	Procent
Brak	29	58
Obecny	21	42
Braki	0	0

5.1.1. Wyniki przedziałowe CEJ-AC dla ± 1 mm

Różnice w badanym parametrze CEJ-AC zgrupowano w przedziały o znaczeniu klinicznym dla każdej z powierzchni zęba tj. powierzchni dystalnej i mezialnej. Tabele od 12 do 39 przedstawiają szczegółowe wyniki. Za zmiany o znaczeniu klinicznym uznawano zmianę parametru CEJ-AC powyżej ± 1 mm.

Tabela 12. Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 47 powierzchnia dystalna

Klasa	Tabela licznosci: 47 różnica dystalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-1;1>	37	74
Powyżej 1	5	10
Mniej niż -1	8	16
Braki	0	0

Tabela 13. Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 47 powierzchnia mezialna

Klasa	Tabela licznosci: 47 różnica mezialna przedziały	
	Liczba	Procent
<-1;1>	41	82
Powyżej 1	5	10
Mniej niż -1	4	8
Braki	0	0

Tabela 14. Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 46 powierzchnia dystalna

Klasa	Tabela licznosci: 46 różnica dystalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-1;1>	42	84
Powyżej 1	5	10
Mniej niż -1	3	6
Braki	0	0

Tabela 15. Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 46 powierzchnia meżjalna

Klasa	Tabela licznosci: 46 różnica meżjalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-1;1>	40	80
Powyżej 1	9	18
Mniej niż -1	0	0
Braki	1	2

Tabela 16. Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 45 powierzchnia dystalna

Klasa	Tabela licznosci: 45 różnica dystalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-1;1>	40	80
Powyżej 1	8	16
Mniej niż -1	2	4
Braki	0	0

Tabela 17. Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 45 powierzchnia meżjalna

Klasa	Tabela licznosci: 45 różnica meżjalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-1;1>	35	70
Powyżej 1	14	28
Mniej niż -1	1	2
Braki	0	0

Tabela 18. Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 44 powierzchnia dystalna

Klasa	Tabela licznosci: 44 różnica dystalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-1;1>	42	84
Powyżej 1	3	6
Mniej niż -1	0	0
Braki	5	10

Tabela 19. Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 44 powierzchnia meżjalna

Klasa	Tabela licznosci: 44 różnica meżjalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-1;1>	41	82
Powyżej 1	3	6
Mniej niż -1	0	0
Braki	6	12

Tabela 20. Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 43 powierzchnia dystalna

Klasa	Tabela licznosci: 43 różnica dystalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-1;1>	40	80
Powyżej 1	4	8
Mniej niż -1	3	6
Braki	3	6

Tabela 21. Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 43 powierzchnia mezjalna

Klasa	Tabela licznosci: 43 różnica mezjalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-1;1>	39	78
Powyżej 1	8	16
Mniej niż -1	0	0
Braki	3	6

Tabela 22. Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 42 powierzchnia dystalna

Klasa	Tabela licznosci: 42 różnica dystalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-1;1>	37	74
Powyżej 1	6	12
Mniej niż -1	1	2
Braki	6	12

Tabela 23. Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 42 powierzchnia mezjalna

Klasa	Tabela licznosci: 42 różnica mezjalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-1;1>	28	56
Powyżej 1	14	28
Mniej niż -1	1	2
Braki	7	14

Tabela 24. Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 41 powierzchnia dystalna

Klasa	Tabela licznosci: 41 różnica dystalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-1;1>	28	56
Powyżej 1	6	12
Mniej niż -1	2	4
Braki	14	28

Tabela 25. Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 41 powierzchnia mezialna

Klasa	Tabela licznosci: 41 różnica mezialna przedziały	
	Liczba	Procent
<-1;1>	23	46
Powyżej 1	9	18
Mniej niż -1	2	4
Braki	16	32

Tabela 26. Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 31 powierzchnia dystalna

Klasa	Tabela licznosci: 31 różnica dystalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-1;1>	26	52
Powyżej 1	9	18
Mniej niż -1	1	2
Braki	14	28

Tabela 27. Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 31 powierzchnia mezialna

Klasa	Tabela licznosci: 31 różnica mezialna przedziały	
	Liczba	Procent
<-1;1>	28	56
Powyżej 1	5	10
Mniej niż -1	0	0
Braki	17	34

Tabela 28. Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 32 powierzchnia dystalna

Klasa	Tabela licznosci: 32 różnica dystalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-1;1>	38	76
Powyżej 1	4	8
Mniej niż -1	1	2
Braki	7	14

Tabela 29. Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 32 powierzchnia mezialna

Klasa	Tabela licznosci: 32 różnica mezialna przedziały	
	Liczba	Procent
<-1;1>	39	78
Powyżej 1	3	6
Mniej niż -1	0	0
Braki	8	16

Tabela 30. Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 33 powierzchnia dystalna

Klasa	Tabela licznosci: 33 różnica dystalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-1;1>	38	76
Powyżej 1	9	18
Mniej niż -1	1	2
Braki	2	4

Tabela 31. Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 33 powierzchnia mezjalna

Klasa	Tabela licznosci: 33 różnica mezjalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-1;1>	41	82
Powyżej 1	6	12
Mniej niż -1	1	2
Braki	2	4

Tabela 32. Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 34 powierzchnia dystalna

Klasa	Tabela licznosci: 34 różnica dystalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-1;1>	38	76
Powyżej 1	8	16
Mniej niż -1	2	4
Braki	2	4

Tabela 33. Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 34 powierzchnia mezjalna

Klasa	Tabela licznosci: 34 różnica mezjalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-1;1>	45	90
Powyżej 1	3	6
Mniej niż -1	0	0
Braki	2	4

Tabela 34. Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 35 powierzchnia dystalna

Klasa	Tabela licznosci: 35 różnica dystalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-1;1>	39	78
Powyżej 1	10	20
Mniej niż -1	0	0
Braki	1	2

Tabela 35. Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 35 powierzchnia meżjalna

Klasa	Tabela licznosci: 35 różnica meżjalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-1;1>	46	92
Powyżej 1	3	6
Mniej niż -1	0	0
Braki	1	2

Tabela 36. Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 36 powierzchnia dystalna

Klasa	Tabela licznosci: 36 różnica dystalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-1;1>	39	78
Powyżej 1	9	18
Mniej niż -1	2	4
Braki	0	0

Tabela 37. Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 36 powierzchnia meżjalna

Klasa	Tabela licznosci: 36 różnica meżjalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-1;1>	40	80
Powyżej 1	5	10
Mniej niż -1	4	8
Braki	1	2

Tabela 38. Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 37 powierzchnia dystalna

Klasa	Tabela licznosci: 37 różnica dystalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-1;1>	33	66
Powyżej 1	7	14
Mniej niż -1	6	12
Braki	4	8

Tabela 39. Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 37 powierzchnia meżjalna

Klasa	Tabela licznosci: 37 różnica meżjalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-1;1>	33	66
Powyżej 1	12	24
Mniej niż -1	5	10
Braki	0	0

5.1.2. Wyniki przedziałowe CEJ-AC dla $\pm 0,5$ mm

Różnice w badanym parametrze CEJ-AC zgrupowano w przedziały o znaczeniu klinicznym dla każdej z powierzchni zęba tj. powierzchni dystalnej i mezialnej. Tabele od 40 do 67 przedstawiają szczegółowe wyniki. Za zmiany o znaczeniu klinicznym uznawano zmianę parametru CEJ-AC powyżej $\pm 0,5$ mm.

Tabela 40. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 47 powierzchnia dystalna

Klasa	Tabela licznosci: 47 różnica dystalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-0,5;0,5>	26	52
Powyżej 0,5	13	26
Mniej niż -0,5	11	22
Braki	0	0

Tabela 41. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 47 powierzchnia mezialna

Klasa	Tabela licznosci: 47 różnica mezialna przedziały	
	Liczba	Procent
<-0,5;0,5>	32	64
Powyżej 0,5	14	28
Mniej niż -0,5	4	8
Braki	0	0

Tabela 42. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 46 powierzchnia dystalna

Klasa	Tabela licznosci: 46 różnica dystalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-0,5;0,5>	30	60
Powyżej 0,5	17	34
Mniej niż -0,5	3	6
Braki	0	0

Tabela 43. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 46 powierzchnia mezialna

Klasa	Tabela licznosci: 46 różnica mezialna przedziały	
	Liczba	Procent
<-0,5;0,5>	29	58
Powyżej 0,5	18	36
Mniej niż -0,5	2	4
Braki	1	2

Tabela 44. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 45 powierzchnia dystalna

Klasa	Tabela licznosci: 45 różnica dystalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-0,5;0,5>	25	50
Powyżej 0,5	19	38
Mniej niż -0,5	6	12
Braki	0	0

Tabela 45. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 45 powierzchnia mezialna

Klasa	Tabela licznosci: 45 różnica mezialna przedziały	
	Liczba	Procent
<-0,5;0,5>	31	62
Powyżej 0,5	17	34
Mniej niż -0,5	2	4
Braki	0	0

Tabela 46. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 44 powierzchnia dystalna

Klasa	Tabela licznosci: 44 różnica dystalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-0,5;0,5>	25	50
Powyżej 0,5	20	40
Miej niż -0,5	0	0
Braki	5	10

Tabela 47. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 44 powierzchnia mezialna

Klasa	Tabela licznosci: 44 różnica mezialna przedziały	
	Liczba	Procent
<-0,5;0,5>	34	68
Powyżej 0,5	9	18
Mniej niż -0,5	1	2
Braki	6	12

Tabela 48. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 43 powierzchnia dystalna

Klasa	Tabela licznosci: 43 różnica dystalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-0,5;0,5>	30	60
Powyżej 0,5	12	24
Mniej niż -0,5	5	10
Braki	3	6

Tabela 49. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 43 powierzchnia meżalna

Klasa	Tabela licznosci: 43 różnica meżalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-0,5;0,5>	25	50
Powyżej 0,5	16	32
Mniej niż -0,5	6	12
Braki	3	6

Tabela 50. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 42 powierzchnia dystalna

Klasa	Tabela licznosci: 42 różnica dystalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-0,5;0,5>	27	54
Powyżej 0,5	12	24
Mniej niż -0,5	5	10
Braki	6	12

Tabela 51. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 42 powierzchnia meżalna

Klasa	Tabela licznosci: 42 różnica meżalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-0,5;0,5>	21	42
Powyżej 0,5	18	36
Mniej niż -0,5	4	8
Braki	7	14

Tabela 52. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 41 powierzchnia dystalna

Klasa	Tabela licznosci: 41 różnica dystalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-0,5;0,5>	20	40
Powyżej 0,5	12	24
Mniej niż -0,5	4	8
Braki	14	28

Tabela 53. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 41 powierzchnia meżalna

Klasa	Tabela licznosci: 41 różnica meżalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-0,5;0,5>	19	38
Powyżej 0,5	11	22
Mniej niż -0,5	4	8
Braki	16	32

Tabela 54. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 31 powierzchnia dystalna

Klasa	Tabela licznosci: 31 różnica dystalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-0,5;0,5>	19	38
Powyżej 0,5	13	26
Mniej niż -0,5	4	8
Braki	14	28

Tabela 55. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 31 powierzchnia mezialna

Klasa	Tabela licznosci: 31 różnica mezialna przedziały	
	Liczba	Procent
<-0,5;0,5>	20	40
Powyżej 0,5	11	22
Mniej niż -0,5	2	4
Braki	17	34

Tabela 56. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 32 powierzchnia dystalna

Klasa	Tabela licznosci: 32 różnica dystalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-0,5;0,5>	31	62
Powyżej 0,5	11	22
Mniej niż -0,5	1	2
Braki	7	14

Tabela 57. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 32 powierzchnia mezialna

Klasa	Tabela licznosci: 32 różnica mezialna przedziały	
	Liczba	Procent
<-0,5;0,5>	24	48
Powyżej 0,5	17	34
Mniej niż -0,5	1	2
Braki	8	16

Tabela 58. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 33 powierzchnia dystalna

Klasa	Tabela licznosci: 33 różnica dystalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-0,5;0,5>	28	56
Powyżej 0,5	17	34
Mniej niż -0,5	3	6
Braki	2	4

Tabela 59. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 33 powierzchnia meżalna

Klasa	Tabela licznosci: 33 różnica meżalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-0,5;0,5>	29	58
Powyżej 0,5	17	34
Mniej niż -0,5	2	4
Braki	2	4

Tabela 60. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 34 powierzchnia dystalna

Klasa	Tabela licznosci: 34 różnica dystalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-0,5;0,5>	33	66
Powyżej 0,5	12	24
Mniej niż -0,5	3	6
Braki	2	4

Tabela 61. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 34 powierzchnia meżalna

Klasa	Tabela licznosci: 34 różnica meżalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-0,5;0,5>	37	74
Powyżej 0,5	11	22
Mniej niż -0,5	0	0
Braki	2	4

Tabela 62. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 35 powierzchnia dystalna

Klasa	Tabela licznosci: 35 różnica dystalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-0,5;0,5>	23	46
Powyżej 0,5	22	44
Mniej niż -0,5	4	8
Braki	1	2

Tabela 63. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 35 powierzchnia meżalna

Klasa	Tabela licznosci: 35 różnica meżalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-0,5;0,5>	36	72
Powyżej 0,5	10	20
Mniej niż -0,5	3	6
Braki	1	2

Tabela 64. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 36 powierzchnia dystalna

Klasa	Tabela licznosci: 36 różnica dystalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-0,5;0,5>	28	56
Powyżej 0,5	12	24
Mniej niż -0,5	10	20
Braki	0	0

Tabela 65. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 36 powierzchnia mezialna

Klasa	Tabela licznosci: 36 różnica mezialna przedziały	
	Liczba	Procent
<-0,5;0,5>	31	62
Powyżej 0,5	11	22
Mniej niż -0,5	7	14
Braki	1	2

Tabela 66. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 37 powierzchnia dystalna

Klasa	Tabela licznosci: 37 różnica dystalna przedziały	
	Liczba	Procent
<-0,5;0,5>	28	56
Powyżej 0,5	10	20
Mniej niż -0,5	8	16
Braki	4	8

Tabela 67. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 37 powierzchnia mezialna

Klasa	Tabela licznosci: 37 różnica mezialna przedziały	
	Liczba	Procent
<-0,5;0,5>	27	54
Powyżej 0,5	17	34
Mniej niż -0,5	6	12
Braki	0	0

5.2. Wyniki analizy statystycznej. Zmiana parametru CEJ-AC na skutek leczenia w całej grupie badanej

Za pomocą analizy statystycznej (Test T dla prób zależnych) zbadano zmiany parametru CEJ-AC dla każdego zęba w żuchwie na skutek leczenia ortodontycznego w czasie T0

i T1 dla powierzchni dystalnej i mezialnej w całej grupie badanej. Określono jego istotność statystyczną oraz odchylenie standardowe.

Ząb 47

Nie stwierdzono istotności statystycznej zmian. Różnica badanego parametru CEJ-AC (T0-T1) na powierzchni dystalnej wyniosła -0,027 mm a na powierzchni mezialnej wyniosła -0,175 mm.

Ząb 46

Stwierdzono zmianę istotną statystycznie $p < 0,001$ badanego parametru CEJ-AC (T0-T1) na poziomie -0,331 mm na powierzchni dystalnej oraz -0,480 mm na powierzchni mezialnej $p < 0,001$. Zgodnie z założeniami zmiana jest nieistotna klinicznie (mniejsza od ± 1 mm).

Ząb 45

Stwierdzono istotną statystycznie $p = 0,001$ zmianę badanego parametru CEJ-AC (T0-T1) na poziomie -0,338 mm na powierzchni dystalnej oraz -0,381 mm na powierzchni mezialnej $p < 0,001$. Zgodnie z założeniami zmiana jest nie istotna klinicznie (mniejsza od ± 1 mm).

Ząb 44

Stwierdzono istotną statystycznie $p < 0,001$ zmianę badanego parametru CEJ-AC (T0-T1) na poziomie -0,361 mm powierzchni dystalnej oraz -0,307 mm na powierzchni mezialnej $p < 0,001$. Zgodnie z założeniami zmiana jest nie istotna klinicznie (mniejsza od ± 1 mm).

Ząb 43

Stwierdzono istotną statystycznie $p = 0,039$ zmianę badanego parametru CEJ-AC (T0-T1) na poziomie -0,152 mm na powierzchni dystalnej oraz -0,266 mm na powierzchni mezialnej $p = 0,009$. Zgodnie z założeniami zmiana jest nie istotna klinicznie (mniejsza od ± 1 mm).

Ząb 42

Stwierdzono istotną statystycznie $p = 0,042$ zmianę badanego parametru CEJ-AC (T0-T1) na poziomie -0,266 mm na powierzchni dystalnej oraz -0,435 mm na powierzchni mezialnej $p < 0,001$. Zgodnie z założeniami zmiana jest nie istotna klinicznie (mniejsza od ± 1 mm).

Ząb 41

Stwierdzono istotną statystycznie $p = 0,013$ zmianę badanego parametru CEJ-AC (T0-T1) na poziomie $-0,280$ mm na powierzchni dystalnej oraz $-0,262$ mm na powierzchni mezialnej $p = 0,013$. Zgodnie z założeniami zmiana jest nieistotna klinicznie (mniejsza od ± 1 mm).

Ząb 31

Stwierdzono istotną statystycznie $p = 0,013$ zmianę badanego parametru CEJ-AC (T0-T1) na poziomie $-0,252$ mm na powierzchni dystalnej oraz $-0,309$ mm na powierzchni mezialnej $p < 0,001$. Zgodnie z założeniami zmiana jest nieistotna klinicznie (mniejsza od ± 1 mm).

Ząb 32

Stwierdzono istotną statystycznie $p < 0,001$ zmianę badanego parametru CEJ-AC (T0-T1) na poziomie $-0,278$ mm na powierzchni dystalnej oraz $-0,372$ mm na powierzchni mezialnej $p < 0,001$. Zgodnie z założeniami zmiana jest nieistotna klinicznie (mniejsza od ± 1 mm).

Ząb 33

Stwierdzono istotną statystycznie $p < 0,001$ zmianę badanego parametru CEJ-AC (T0-T1) na poziomie $-0,360$ mm na powierzchni dystalnej oraz $-0,346$ mm na powierzchni mezialnej $p < 0,001$. Zgodnie z założeniami zmiana jest nie istotna klinicznie (mniejsza od ± 1 mm).

Ząb 34

Stwierdzono istotną statystycznie $p = 0,002$ zmianę badanego parametru CEJ-AC (T0-T1) na poziomie $-0,298$ mm na powierzchni dystalnej oraz $-0,257$ mm na powierzchni mezialnej $p < 0,001$. Zgodnie z założeniami zmiana jest nie istotna klinicznie (mniejsza od ± 1 mm).

Ząb 35

Stwierdzono istotną statystycznie $p < 0,001$ zmianę badanego parametru CEJ-AC (T0-T1) na poziomie $-0,413$ mm na powierzchni dystalnej oraz $-0,196$ mm na powierzchni mezialnej $p = 0,010$. Zgodnie z założeniami zmiana jest nie istotna klinicznie (mniejsza od ± 1 mm).

Ząb 36

Nie stwierdzono istotności statystycznej zmian badanego parametru. Różnica badanego parametru CEJ-AC (T0-T1) wyniosła na powierzchni dystalnej -0,177 mm oraz -0,114 na powierzchni mezialnej.

Ząb 37

Nie stwierdzono istotności statystycznej zmian badanego parametru CEJ-AC (T0-T1) dla powierzchni dystalnej (różnica 0,034 mm). Stwierdzono natomiast istotną statystycznie

Tabela 68. Zmiana parametru CEJ-AC na skutek leczenia w całej badanej grupie w czasie T0 i T1 przedstawiona jako różnica \pm delta. Test T dla prób zależnych. Różnice zaznaczone gwiazdką są istotne statystycznie z $p < 0,05$

Ząb	Powierzchnia	T0 \bar{x}	T1 \bar{x}	\pm delta	p
47	Dystalna	1,789	1,816	-0,027	0,816
	Mezialna	1,607	1,782	-0,175	0,073
46	Dystalna	1,517	1,847	-0,331	< 0,001*
	Mezialna	1,397	1,877	-0,480	< 0,001*
45	Dystalna	1,308	1,647	-0,338	0,001*
	Mezialna	1,400	1,781	-0,381	< 0,001*
44	Dystalna	1,250	1,610	-0,361	< 0,001*
	Mezialna	1,271	1,578	-0,307	< 0,001*
43	Dystalna	1,322	1,474	-0,152	0,039*
	Mezialna	1,299	1,565	-0,266	0,009*
42	Dystalna	1,159	1,344	-0,186	0,042*
	Mezialna	1,120	1,556	-0,435	< 0,001*
41	Dystalna	1,199	1,480	-0,280	0,013*
	Mezialna	1,110	1,373	-0,262	0,013*
31	Dystalna	1,230	1,482	-0,252	0,013*
	Mezialna	1,148	1,458	-0,309	< 0,001*
32	Dystalna	1,275	1,553	-0,278	< 0,001*
	Mezialna	1,184	1,556	-0,372	< 0,001*
33	Dystalna	1,193	1,552	-0,360	< 0,001*
	Mezialna	1,259	1,605	-0,346	< 0,001*
34	Dystalna	1,363	1,661	-0,298	0,002*
	Mezialna	1,316	1,573	-0,257	< 0,001*
35	Dystalna	1,325	1,738	-0,413	< 0,001*
	Mezialna	1,452	1,648	-0,196	0,010*
36	Dystalna	1,662	1,839	-0,177	0,113
	Mezialna	1,644	1,758	-0,114	0,309
37	Dystalna	1,870	1,836	+0,034	0,855
	Mezialna	1,559	1,807	-0,248	0,031*

$p = 0,031$ zmianę badanego parametru na poziomie $-0,248$ mm na powierzchni mezjalnej. Zgodnie z założeniami zmiana jest nie istotna klinicznie (mniejsza od ± 1 mm).

Podsumowanie

Żadna z wykazanych istotności statystycznych nie jest istotnością kliniczną, ani na poziomie 1 mm ani 0,5 mm ponieważ różnica średnich (T0–T1) nie przekracza podanych punktów krytycznych.

5.3. Wyniki analizy statystycznej. Zmiana parametru CEJ-AC na skutek leczenia w grupie kobiet

Za pomocą analizy statystycznej (Test T dla prób zależnych) zbadano zmiany parametru CEJ-AC w grupie kobiet dla każdego zęba w żuchwie na skutek leczenia ortodontycznego w czasie T0 i T1 dla powierzchni dystalnej i mezjalnej. Określono jego istotność statystyczną oraz odchylenie standardowe.

Ząb 47

Nie stwierdzono istotności statystycznej zmian badanego parametru. Różnica badanego parametru CEJ-AC (T0–T1) na powierzchni dystalnej wyniosła 0,101 mm a na powierzchni mezjalnej wynosiła $-0,165$ mm.

Ząb 46

Stwierdzono istotną statystycznie $p = 0,002$ zmianę badanego parametru CEJ-AC (T0–T1) na poziomie $-0,380$ mm na powierzchni dystalnej oraz $-0,506$ mm na powierzchni mezjalnej $p = 0,001$. Zgodnie z założeniami zmiana jest nie istotna klinicznie (mniejsza od ± 1 mm).

Ząb 45

Stwierdzono istotną statystycznie $p = 0,003$ zmianę badanego parametru CEJ-AC (T0–T1) na poziomie $-0,397$ mm na powierzchni dystalnej oraz $-0,448$ mm na powierzchni mezjalnej $p = 0,002$. Zgodnie z założeniami zmiana jest nie istotna klinicznie (mniejsza od ± 1 mm).

Ząb 44

Stwierdzono istotną statystycznie $p = 0,001$ zmianę badanego parametru CEJ-AC (T0–T1) na poziomie $-0,301$ mm na powierzchni dystalnej oraz $-0,266$ mm na powierzchni mezialnej $p = 0,003$. Zgodnie z założeniami zmiana jest nie istotna klinicznie (mniejsza od ± 1 mm).

Ząb 43

Nie stwierdzono istotności statystycznej zmian badanego parametru CEJ-AC (T0–T1) dla powierzchni dystalnej (różnica $-0,154$ mm). Stwierdzono istotną statystycznie $p = 0,046$ zmianę badanego parametru na poziomie $-0,243$ mm na powierzchni mezialnej. Zgodnie z założeniami zmiana jest nie istotna klinicznie (mniejsza od ± 1 mm).

Ząb 42

Nie stwierdzono istotności statystycznej zmian badanego parametru CEJ-AC (T0–T1) dla powierzchni dystalnej (różnica $-0,150$ mm). Stwierdzono istotną statystycznie $p = 0,001$ zmianę badanego parametru na poziomie $-0,453$ mm na powierzchni mezialnej. Zgodnie z założeniami zmiana jest nie istotna klinicznie (mniejsza od ± 1 mm).

Ząb 41

Stwierdzono istotną statystycznie $p = 0,038$ zmianę badanego parametru CEJ-AC (T0–T1) na poziomie $-0,273$ mm na powierzchni dystalnej oraz $-0,319$ mm na powierzchni mezialnej $p = 0,034$. Zgodnie z założeniami zmiana jest nie istotna klinicznie (mniejsza od ± 1 mm).

Ząb 31

Stwierdzono istotną statystycznie $p = 0,019$ zmianę badanego parametru CEJ-AC (T0–T1) na poziomie $-0,337$ mm na powierzchni dystalnej oraz $-0,362$ mm na powierzchni mezialnej $p = 0,007$. Zgodnie z założeniami zmiana jest nie istotna klinicznie (mniejsza od ± 1 mm).

Ząb 32

Stwierdzono istotną statystycznie $p = 0,002$ zmianę badanego parametru CEJ-AC (T0–T1) na poziomie $-0,327$ mm na powierzchni dystalnej oraz $-0,401$ mm na powierzchni mezialnej $p = 0,001$. Zgodnie z założeniami zmiana jest nie istotna klinicznie (mniejsza od ± 1 mm).

Ząb 33

Stwierdzono istotną statystycznie $p = 0,010$ zmianę badanego parametru CEJ-AC (T0–T1) na poziomie $-0,287$ mm na powierzchni dystalnej oraz $-0,401$ mm na powierzchni mezialnej $p = 0,001$. Zgodnie z założeniami zmiana jest nie istotna klinicznie (mniejsza od ± 1 mm).

Ząb 34

Nie stwierdzono istotności statystycznej zmian badanego parametru CEJ-AC (T0–T1) dla powierzchni dystalnej (różnica $-0,246$ mm). Stwierdzono istotną statystycznie $p = 0,003$ zmianę badanego parametru na poziomie $-0,274$ mm na powierzchni mezialnej. Zgodnie z założeniami zmiana jest nie istotna klinicznie (mniejsza od ± 1 mm).

Ząb 35

Stwierdzono istotną statystycznie $p = 0,001$ zmianę badanego parametru CEJ-AC (T0–T1) na poziomie $-0,461$ mm na powierzchni dystalnej oraz $-0,243$ mm na powierzchni mezialnej $p = 0,024$. Zgodnie z założeniami zmiana jest nie istotna klinicznie (mniejsza od ± 1 mm).

Ząb 36

Nie stwierdzono istotności statystycznej zmian badanego parametru. Różnica badanego parametru CEJ-AC (T0–T1) na powierzchni dystalnej wynosiła $-0,149$ mm a na powierzchni mezialnej $-0,175$ mm.

Ząb 37

Nie stwierdzono istotności statystycznej zmian badanego parametru. Różnica badanego parametru CEJ-AC (T0–T1) na powierzchni dystalnej wynosiła $+0,050$ mm a na powierzchni mezialnej $-0,253$ mm.

Podsumowanie

Żadna z istotności statystycznych w grupie kobiet nie jest istotnością kliniczną na poziomie 1 mm. Tylko w jednym przypadku tj. przy zębie 46 na powierzchni mezialnej stwierdzono istotność statystyczną przy wartości różnicy parametrów $0,5$ mm ale ponieważ różnica średnich nie przekracza podanych punktów krytycznych, świadczy to o braku istotności klinicznej.

Tabela 69. Zmiana parametru CEJ-AC na skutek leczenia w grupie kobiet w czasie T0 i T1 przedstawiona jako różnica \pm delta. Test T dla prób zależnych. Różnice zaznaczone gwiazdką są istotne statystycznie z $p < 0,05$

Ząb	Powierzchnia	T0 \bar{x}	T1 \bar{x}	\pm delta	p
47	Dystalna	1,911	1,819	0,101	0,528
	Mezjalna	1,678	1,843	-0,165	0,250
46	Dystalna	1,502	1,881	-0,380	0,002*
	Mezjalna	1,388	1,893	-0,506	0,001*
45	Dystalna	1,277	1,673	-0,397	0,003*
	Mezjalna	1,319	1,767	-0,448	0,002*
44	Dystalna	1,225	1,525	-0,301	0,001*
	Mezjalna	1,216	1,482	-0,266	0,003*
43	Dystalna	1,291	1,444	-0,154	0,146
	Mezjalna	1,293	1,536	-0,243	0,046*
42	Dystalna	1,116	1,266	-0,150	0,236
	Mezjalna	1,051	1,504	-0,453	0,001*
41	Dystalna	1,122	1,395	-0,273	0,038*
	Mezjalna	0,993	1,312	-0,319	0,034*
31	Dystalna	1,133	1,470	-0,337	0,019*
	Mezjalna	1,021	1,383	-0,362	0,007*
32	Dystalna	1,227	1,553	-0,327	0,002*
	Mezjalna	1,085	1,486	-0,401	0,001*
33	Dystalna	1,206	1,493	-0,287	0,010*
	Mezjalna	1,224	1,625	-0,401	0,001*
34	Dystalna	1,354	1,600	-0,246	0,056
	Mezjalna	1,241	1,515	-0,274	0,003*
35	Dystalna	1,271	1,732	-0,461	0,001*
	Mezjalna	1,369	1,612	-0,243	0,024*
36	Dystalna	1,687	1,836	-0,149	0,272
	Mezjalna	1,644	1,819	-0,175	0,271
37	Dystalna	1,771	1,721	+0,050	0,739
	Mezjalna	1,590	1,843	-0,253	0,110

5.4. Wyniki analizy statystycznej. Zmiana parametru CEJ-AC na skutek leczenia w grupie mężczyzn

Za pomocą analizy statystycznej (Test T dla prób zależnych) zbadano zmiany parametru CEJ-AC w grupie mężczyzn dla każdego zęba w żuchwie na skutek leczenia ortodontycznego w czasie T0 i T1 dla powierzchni dystalnej i mezjalnej. Określono jego istotność statystyczną oraz odchylenie standardowe.

Ząb 47

Nie stwierdzono istotności statystycznej zmian badanego parametru CEJ-AC (T0–T1). Różnica badanego parametru dla powierzchni dystalnej wynosiła -0,253 mm a na powierzchni mezialnej -0,193 mm.

Ząb 46

Stwierdzono istotną statystycznie $p = 0,046$ zmianę badanego parametru CEJ-AC (T0–T1) na poziomie -0,243 mm na powierzchni dystalnej oraz -0,372 mm na powierzchni mezialnej $p = 0,001$. Zgodnie z założeniami zmiana jest nie istotna klinicznie (mniejsza od ± 1 mm).

Ząb 45

Nie stwierdzono istotności statystycznej zmian badanego parametru. Różnica badanego parametru CEJ-AC (T0–T1) na powierzchni dystalnej wynosiła -0,234 mm a na powierzchni mezialnej -0,263 mm.

Ząb 44

Stwierdzono istotną statystycznie $p = 0,002$ zmianę badanego parametru CEJ-AC (T0–T1) na poziomie -0,396 mm na powierzchni dystalnej oraz -0,318 mm na powierzchni mezialnej $p = 0,007$. Zgodnie z założeniami zmiana jest nie istotna klinicznie (mniejsza od ± 1 mm).

Ząb 43

Nie stwierdzono istotności statystycznej zmian badanego parametru. Różnica badanego parametru CEJ-AC (T0–T1) na powierzchni dystalnej wynosiła -0,218 mm a na powierzchni mezialnej -0,307 mm.

Ząb 42

Nie stwierdzono istotności statystycznej zmian badanego parametru CEJ-AC (T0–T1) dla powierzchni dystalnej (różnica -0,304 mm). Stwierdzono istotną statystycznie $p = 0,046$ zmianę badanego parametru na poziomie -0,482 mm na powierzchni mezialnej. Zgodnie z założeniami zmiana jest nie istotna klinicznie (mniejsza od ± 1 mm).

Ząb 41

Nie stwierdzono istotności statystycznej zmian badanego parametru. Różnica badanego parametru CEJ-AC (T0-T1) na powierzchni dystalnej wynosiła -0,295 mm a na powierzchni mezialnej -0,311 mm.

Ząb 31

Nie stwierdzono istotności statystycznej zmian badanego parametru CEJ-AC (T0-T1) dla powierzchni dystalnej (różnica -0,195 mm). Stwierdzono istotną statystycznie $p = 0,027$ zmianę badanego parametru na poziomie -0,367 mm na powierzchni mezialnej. Zgodnie z założeniami zmiana jest nie istotna klinicznie (mniejsza od ± 1 mm).

Ząb 32

Stwierdzono istotną statystycznie $p = 0,037$ zmianę badanego parametru CEJ-AC (T0-T1) na poziomie -0,256 mm na powierzchni dystalnej oraz -0,374 mm na powierzchni mezialnej $p = 0,006$. Zgodnie z założeniami zmiana jest nie istotna klinicznie (mniejsza od ± 1 mm).

Ząb 33

Stwierdzono istotną statystycznie $p = 0,001$ zmianę badanego parametru CEJ-AC (T0-T1) na poziomie -0,510 mm na powierzchni dystalnej oraz -0,272 mm na powierzchni mezialnej $p = 0,045$. Zgodnie z założeniami zmiana jest nie istotna klinicznie (mniejsza od ± 1 mm).

Ząb 34

Stwierdzono istotną statystycznie $p = 0,006$ zmianę badanego parametru CEJ-AC (T0-T1) na poziomie -0,434 mm na powierzchni dystalnej oraz -0,269 mm na powierzchni mezialnej $p = 0,001$. Zgodnie z założeniami zmiana jest nie istotna klinicznie (mniejsza od ± 1 mm).

Ząb 35

Nie stwierdzono istotności statystycznej zmian badanego parametru CEJ-AC (T0-T1) dla powierzchni mezialnej (różnica -0,114 mm). Stwierdzono istotną statystycznie $p = 0,009$ zmianę badanego parametru na poziomie -0,332 mm na powierzchni dystalnej. Zgodnie z założeniami zmiana jest nie istotna klinicznie (mniejsza od ± 1 mm).

Ząb 36

Nie stwierdzono istotności statystycznej zmian badanego parametru. Różnica badanego parametru CEJ-AC (T0-T1) na powierzchni dystalnej wynosiła -0,227 mm a na powierzchni mezialnej wyniosła -0,015 mm.

Ząb 37

Nie stwierdzono istotności statystycznej zmian badanego parametru. Różnica badanego parametru CEJ-AC (T0-T1) na powierzchni dystalnej wynosiła -0,173 mm a na powierzchni mezialnej wyniosła -0,238 mm.

Tabela 70. Zmiana parametru CEJ-AC na skutek leczenia w grupie mężczyzn w czasie T0 i T1 przedstawiona jako różnica \pm delta. Test T dla prób zależnych. Różnice zaznaczone gwiazdką są istotne statystycznie z $p < 0,05$

Ząb	Powierzchnia	T0 \bar{x}	T1 \bar{x}	\pm delta	p
47	Dystalna	1,574	1,827	-0,253	0,089
	Mezialna	1,479	1,672	-0,193	0,059
46	Dystalna	1,543	1,786	-0,243	0,046*
	Mezialna	1,474	1,845	-0,372	0,001*
45	Dystalna	1,364	1,599	-0,234	0,118
	Mezialna	1,543	1,806	-0,263	0,099
44	Dystalna	1,267	1,663	-0,396	0,002*
	Mezialna	1,356	1,674	-0,318	0,007*
43	Dystalna	1,383	1,600	-0,218	0,144
	Mezialna	1,311	1,618	-0,307	0,109
42	Dystalna	1,203	1,508	-0,304	0,082
	Mezialna	1,261	1,743	-0,482	0,046*
41	Dystalna	1,337	1,631	-0,295	0,164
	Mezialna	1,243	1,555	-0,311	0,165
31	Dystalna	1,377	1,572	-0,195	0,285
	Mezialna	1,313	1,680	-0,367	0,027*
32	Dystalna	1,359	1,616	-0,256	0,037*
	Mezialna	1,357	1,731	-0,374	0,006*
33	Dystalna	1,168	1,678	-0,510	0,001*
	Mezialna	1,325	1,596	-0,272	0,045*
34	Dystalna	1,378	1,812	-0,434	0,006*
	Mezialna	1,452	1,721	-0,269	0,001*
35	Dystalna	1,417	1,749	-0,332	0,009*
	Mezialna	1,597	1,711	-0,114	0,224
36	Dystalna	1,619	1,846	-0,227	0,264
	Mezialna	1,645	1,660	-0,015	0,923
37	Dystalna	2,077	2,250	-0,173	0,461
	Mezialna	1,504	1,742	-0,238	0,133

Podsumowanie

Żadna z istotności statystycznych w grupie mężczyzn nie jest istotnością kliniczną na poziomie 1 mm. Tylko w jednym przypadku tj. przy zębie 33 na powierzchni dystalnej stwierdzono istotność statystyczną przy wartości różnicy parametrów 0,51 mm. Ponieważ różnica średnich nie przekracza istotnie podanych punktów krytycznych należy założyć brak istotności klinicznej.

5.5. Wyniki analizy statystycznej. Zależność pomiędzy czasem leczenia a wielkością zmiany parametru na skutek zastosowanego leczenia

Nie stwierdza się zależności między czasem leczenia a wielkością zmiany parametru CEJ-AC na żadnej z badanych powierzchni zęba tj. powierzchni mezialnej i dystalnej na skutek zastosowanego leczenia (Tabela 71). Analiza statystyczna nie wykazała $p < 0,05$.

Tabela 71. Współczynnik korelacji między dwoma zmiennymi: czasem leczenia a średnią wielkością zmiany badanego parametru CEJ-AC w czasie T0 i T1. Współczynnik korelacji jest istotny $p < 0,05$

Zmn. X & Zmn. Y	Korelacje wsp. korelacji jest istotny z $p < 0,05$					
	Średnia	Odch. st.	r(X,Y)	r ²	t	p
Czas leczenia (miesiące)	31,02000	8,135310				
47 różnica dystalna	0,02680	0,810322	-0,073422	0,005391	-0,51006	0,612
Czas leczenia (miesiące)	31,02000	8,135310				
47 różnica mezialna	0,17520	0,677348	-0,082682	0,006836	-0,57481	0,568
Czas leczenia (miesiące)	31,02000	8,135310				
46 różnica dystalna	0,33080	0,587821	-0,087319	0,007625	-0,60728	0,546
Czas leczenia (miesiące)	31,22449	8,088740				
46 różnica mezialna	0,45939	0,588449	0,102143	0,010433	0,70394	0,485
Czas leczenia (miesiące)	31,02000	8,135310				
45 różnica dystalna	0,33820	0,658281	0,164749	0,027142	1,15723	0,253
Czas leczenia (miesiące)	31,02000	8,135310				
45 różnica mezialna	0,38140	0,703936	-0,072882	0,005312	-0,50629	0,615
Czas leczenia (miesiące)	31,28889	8,302853				
44 różnica dystalna	0,33244	0,412218	-0,037264	0,001389	-0,24453	0,808
Czas leczenia (miesiące)	30,86364	8,484160				
44 różnica mezialna	0,28250	0,416168	-0,034744	0,001207	-0,22530	0,823

Tabela 71. Cd.

Zmn. X & Zmn. Y	Korelacje wsp. korelacji jest istotny z $p < 0,05$					
	Średnia	Odch. st.	r(X,Y)	r ²	t	p
Czas leczenia (miesiące)	30,68085	8,272811				
43 różnica dystalna	0,17532	0,564230	0,041589	0,001730	0,27923	0,781
Czas leczenia (miesiące)	30,68085	8,272811				
43 różnica mezjalna	0,26489	0,668574	-0,017791	0,000317	-0,11937	0,905
Czas leczenia (miesiące)	30,43182	8,286716				
42 różnica dystalna	0,20636	0,651756	-0,057961	0,003360	-0,37626	0,709
Czas leczenia (miesiące)	30,74419	8,118448				
42 różnica mezjalna	0,46302	0,707698	-0,121947	0,014871	-0,78672	0,436
Czas leczenia (miesiące)	30,75000	8,576962				
41 różnica dystalna	0,28194	0,649399	-0,023507	0,000553	-0,13710	0,892
Czas leczenia (miesiące)	31,00000	8,766327				
41 różnica mezjalna	0,31559	0,697981	-0,020206	0,000408	-0,11433	0,910
Czas leczenia (miesiące)	30,86111	8,579553				
31 różnica dystalna	0,27806	0,633565	-0,033796	0,001142	-0,19718	0,845
Czas leczenia (miesiące)	31,36364	8,565258				
31 różnica mezjalna	0,36424	0,525208	-0,149569	0,022371	-0,84224	0,406
Czas leczenia (miesiące)	30,81395	8,324536				
32 różnica dystalna	0,29884	0,462618	-0,159568	0,025462	-1,03499	0,307
Czas leczenia (miesiące)	31,14286	8,137751				
32 różnica mezjalna	0,39048	0,510437	-0,141057	0,019897	-0,90113	0,373
Czas leczenia (miesiące)	30,77083	8,208039				
33 różnica dystalna	0,36604	0,547228	-0,148519	0,022058	-1,01860	0,314
Czas leczenia (miesiące)	30,77083	8,208039				
33 różnica mezjalna	0,35521	0,491030	-0,116311	0,013528	-0,79425	0,431
Czas leczenia (miesiące)	30,39583	7,547691				
34 różnica dystalna	0,31250	0,647613	0,072529	0,005260	0,49322	0,624
Czas leczenia (miesiące)	30,39583	7,547691				
34 różnica mezjalna	0,27229	0,409121	-0,191574	0,036701	-1,32384	0,192
Czas leczenia (miesiące)	30,97959	8,214545				
35 różnica dystalna	0,41327	0,568017	-0,132683	0,017605	-0,91774	0,363
Czas leczenia (miesiące)	30,97959	8,214545				
35 różnica mezjalna	0,19571	0,509673	-0,171197	0,029308	-1,19125	0,239
Czas leczenia (miesiące)	31,02000	8,135310				
36 różnica dystalna	0,17700	0,775627	-0,017164	0,000295	-0,11894	0,906
Czas leczenia (miesiące)	31,00000	8,218374				
36 różnica mezjalna	0,11653	0,794118	-0,013471	0,000181	-0,09236	0,927
Czas leczenia (miesiące)	31,10870	8,305897				
37 różnica dystalna	0,02283	0,843624	0,058595	0,003433	0,38934	0,699
Czas leczenia (miesiące)	31,02000	8,135310				
37 różnica mezjalna	0,24760	0,787540	0,131690	0,017342	0,92039	0,362

5.6. Wyniki analizy statystycznej. Zależność pomiędzy wiekiem pacjenta a wielkością zmiany parametru na skutek zastosowanego leczenia

Nie stwierdza się zależności pomiędzy wiekiem pacjenta a wielkością zmiany parametru CEJ-AC czasie T0–T1 na żadnej z badanych powierzchni zęba tj. powierzchni mezialnej i dystalnej w efekcie przeprowadzonego leczenia ortodontycznego (Tabela 72).

Tabela 72. Współczynnik korelacji między dwoma zmiennymi: wiekiem pacjenta w chwili rozpoczęcia leczenia a średnią wielkością zmiany badanego parametru CEJ-AC w czasie T0 i T1. Współczynnik korelacji jest istotny $p < 0,05$

Para zmiennych	Korelacja porządku rang Spearmana Oznaczone wsp. korelacji są istotne z $p < 0,05$			
	N ważnych	R Spearman	t(N-2)	p
Wiek w czasie T0				
& 47 różnica dystalna	50	-0,253371	-1,81462	0,076
Wiek w chwili rozpoczęcia leczenia				
& 47 różnica mezialna	50	-0,011268	-0,07807	0,938
& 46 różnica dystalna	50	-0,061277	-0,42534	0,672
& 46 różnica mezialna	49	0,078758	0,54162	0,591
& 45 różnica dystalna	50	-0,095673	-0,66590	0,509
& 45 różnica mezialna	50	0,126592	0,88417	0,381
& 44 różnica dystalna	45	0,056817	0,37318	0,711
& 44 różnica mezialna	44	0,100213	0,65274	0,517
& 43 różnica dystalna	47	0,083065	0,55915	0,579
& 43 różnica mezialna	47	0,213249	1,46420	0,151
& 42 różnica dystalna	44	-0,035113	-0,22770	0,821
& 42 różnica mezialna	43	0,062200	0,39904	0,692
& 41 różnica dystalna	36	0,118171	0,69391	0,492
& 41 różnica mezialna	34	0,086737	0,49251	0,626
& 31 różnica dystalna	36	-0,042996	-0,250938	0,803
& 31 różnica mezialna	33	0,038207	0,212883	0,833
& 32 różnica dystalna	43	0,176698	1,149509	0,258
& 32 różnica mezialna	42	0,037218	0,235549	0,815
& 33 różnica dystalna	48	0,027901	0,189308	0,851
& 33 różnica mezialna	48	0,181420	1,251217	0,217
& 34 różnica dystalna	48	0,022350	0,151623	0,881
& 34 różnica mezialna	48	-0,113713	-0,776273	0,441
& 35 różnica dystalna	49	0,153953	1,068181	0,291
& 35 różnica mezialna	49	0,051950	0,356636	0,723
& 36 różnica dystalna	50	0,049479	0,343220	0,733
& 36 różnica mezialna	49	-0,138175	-0,956455	0,344
& 37 różnica dystalna	46	-0,037064	-0,246021	0,807
& 37 różnica mezialna	50	-0,047310	-0,328138	0,744

5.7. Wyniki analizy statystycznej. Zależność zmian w obrębie sekwencji zębowych

Dla czytelnego zobrazowania wyników dokonano podziału badanych sekwencji zębowych:

- zęby trzonowe (36, 37, 46, 47),
- zęby przedtrzonowe (34, 35, 44, 45),
- kły (33, 43),
- zęby sieczne przyśrodkowe (31, 41),
- zęby sieczne boczne (32, 42).

Uzyskane istotności statystyczne nie są istotnością kliniczną, ani na poziomie 1 mm ani 0,5 mm ponieważ różnica średnich CEJ-AC (T0–T1) nie przekracza podanych punktów krytycznych. Nie stwierdzono klinicznej istotności w zmianie poziomu kości części zębodołowej żuchwy w wybranych sekwencjach zębowych.

5.8. Wyniki analizy statystycznej. Zależność zmian w odniesieniu strony prawej do lewej pacjenta

Żadna z istotności statystycznych nie jest istotnością kliniczną, ani na poziomie 1 mm ani 0,5 mm, ponieważ różnica średnich CEJ-AC (T0–T1) nie przekracza podanych punktów krytycznych. Nie stwierdzono klinicznej istotności w zmianie poziomu kości części zębodołowej żuchwy w odniesieniu strony prawej do lewej pacjenta.

5.9. Podsumowanie wyników

- Obserwowane zmiany poziomu kości części zębodołowej żuchwy wykazywały statystyczne istotności przy zmianie parametry CEJ-AC poniżej 0,5 mm a tym samym nie są ważne z punktu klinicznego dla którego przyjęto wartość ± 1 mm.
- Uwzględniając wiek pacjentów nie stwierdzono klinicznej istotności w zmianie poziomu kości części zębodołowej żuchwy.
- Nie odnotowano klinicznej istotności w zmianie poziomu kości części zębodołowej żuchwy uwzględniając czas leczenia.

- Nie wystąpiła kliniczna istotność w zmianie poziomu kości części zębodołowej żuchwy w wybranych sekwencjach zębowych.
- Nie odnotowano klinicznej istotności w zmianie poziomu kości części zębodołowej żuchwy porównując stronę prawą do lewej.

6. Omówienie wyników badań i dyskusja

Przemieszczanie się zębów w trakcie terapii ortodontycznej polega na przebudowie kości wyrostka zębodołowego i więzadeł przyzębia w efekcie przykładania siły do zębów. W wyniku nacisku dochodzi do obumarcia więzadeł przyzębia i powstaje bezkomórkowa strefa zhialinizowana. Po stronie pociągania pojawia się resorpcja kości wyrostka zębodołowego przez osteoklasty i apozycja kości przez osteoblasty. W wyniku leczenia ortodontycznego dochodzi do zmiany poziomu kości części zębodołowej żuchwy, może wystąpić również fizjologiczna bądź patologiczna resorpcja wierzchołków korzeni zębów. Odpowiedź na siły ortodontyczne jest znacznie wolniejsza u osób dorosłych, niż u dzieci i młodzieży. U pacjentów dorosłych zaleca się aparaty stałe cienkołukowe, gdyż zapewniają one precyzyjną kontrolę przesuwanego ortodontycznie zębów w obrębie kości wyrostka zębodołowego. Aparaty stałe powodują też zwiększoną kumulację płytki nazębnej ze względu na utrudnione oczyszczanie zębów oraz zmianę mikroflory jamy ustnej na periopatogenną, co stanowi istotne zagrożenie dla kontroli higieny jamy ustnej u pacjentów z chorobami przyzębia [Reitan 1964, Gyawali 2017, Shi 2018].

W badaniach własnych na podstawie zdjęć pantomograficznych 50 pacjentów, analizowano 1400 zębów w łuku dolnym obciążonych elementami aparatu stałego, czyli poddawanych działaniu sił ortodontycznych. Dokonano 2800 pomiarów odległości między punktami referencyjnymi. Zgodnie z informacjami przedstawionymi w przeglądzie piśmiennictwa, dotyczącymi metodyki oceny poziomu kości części zębodołowej żuchwy, zastosowano metodę bezpośrednią prezentującą bezwzględną wartość parametru wyrażoną w milimetrach [mm] opisaną w 1985 roku przez Albandera i współautorów, a stosowaną powszechnie przez wielu autorów po dziś dzień, w odniesieniu do zdjęć pantomograficznych [Pepelassi 1997, Persson 2003, Gedik 2008, Czochołowska 2010, Zoziner 2018]. Metoda bezpośrednia pomiaru polegała na pomiarze w milimetrach po stronie mezialnej i dystalnej każdego zęba odległości między dwoma referencyjnymi punktami tj. połączeniem szkliwno-cementowym CEJ (*cementoenamel junction*) a grzebieniem wyrostka zębodołowego AC (*alveolar crest*) przed i po leczeniu ortodontycznym. W pracy przed-

stawiono zarówno wyniki ogólne w formie opisowej jak i wyniki pomiarów w poszczególnych grupach wyodrębnionych ze względu na płeć. U wszystkich badanych pacjentów wykazano pewien stopień zmiany poziomu kości części zębodołowej żuchwy w trakcie leczenia ortodontycznego. W zdecydowanej większości przypadków była to zmiana polegająca na zwiększeniu dystansu CEJ-AC a więc prowadząca do obniżenia się poziomu kości, jednakże bez znaczenia klinicznego w analizach statystycznych średnich wartości [Bondemark 1998, Janson i wsp. 2003, Czochrowska i wsp. 2010, Castro i wsp. 2016, Zoiziner i wsp. 2018]. Jednakże wydaje się, że w analizie indywidualnej jest ten problem widziany odmiennie co sugeruje konieczność indywidualnej oceny radiologicznej szczególnie u pacjentów dorosłych [Khocht i wsp. 2003, Lund i wsp. 2012, Jager i wsp. 2017].

Istotność statystyczną zmiany wysokości kości polegającej na obniżeniu się jej poziomu zarówno na powierzchni mezialnej i dystalnej (obu powierzchniach jednocześnie) u kobiet stwierdzono przy zębach: 46, 45, 44, 41, 31, 32, 33, 35. Ponadto u kobiet przy zębach 43, 42, 34 obniżenie poziomu kości istotne statystycznie dotyczyło tylko jednej powierzchni. Część autorów zwraca uwagę na fakt, iż u kobiet częściej występuje resorpcja korzeni przesuwanych zębów w trakcie leczenia ortodontycznego [Mohandesan i wsp. 2007, Sebbar i Bourzgui 2011] co nie jest bez znaczenia dla przeprowadzonych przeze mnie badań. Inni badacze takich zależności nie potwierdzają [Sunku i wsp. 2011]. Konopka [2014] nie badając zależności pomiędzy płcią wykazuje w żuchwie średnią resorpcję wierzchołków korzeni zębów siecznych bocznych na poziomie 0,72 mm, drugich przedtrzonowcach 0,34 mm, pierwszych trzonowcach 0,38 mm. Z kolei u mężczyzn istotne statystycznie obniżenie poziomu kości na obu badanych powierzchniach jednocześnie stwierdzono przy zębach: 46, 44, 32, 33, 34. Przy zębach 42, 31, 35 zmiana obniżenia poziomu kości istotna statystycznie występowała tylko na jednej z powierzchni. Górniak [2005] w swoich badaniach wskazuje, iż dolne siekacze boczne zaledwie w 57% nie zostały dotknięte resorpcją wierzchołka korzenia, drugie przedtrzonowe dolne w 78% a pierwsze trzonowce dolne w 81% pozostały wolne od zmian resorpcyjnych okolicy wierzchołkowej (Tabela 73). Można zatem przyjąć, że na skutek przyłożonej siły ortodontycznej następują jednocześnie zmiany resorpcyjne wierzchołków korzeni jak i zmiany poziomu części zębodołowej.

Z racji niewielkich średnich zmian poziomów kości wszystkie istotności statystyczne należy uznać za nieistotne klinicznie. Średnia wartość zmiany parametru nie przekracza 0,5 mm. Za zmianę istotną klinicznie w ślad za światowym piśmiennictwem uznawano zmianę ± 1 mm [Albander 1986, Czochrowska 2010, Jager 2017].

Tabela 73. Porównanie uśrednionych wyników badaczy: Konopka, Górniak, Gonciarz jako przyczynek do dyskusji

Zęby	Konopka				Gonciarz						Górniak			
	Liczba		Średnia długość	T0R-T1R	CEJ-AC (T0-T1)		N	%		N	%		Liczba	%
42-32	38	T0 R	14,08	0,72	-0,29	<-1;1>	31	63%	<-0,5;0,5>	25	48%	Resorpcja do 2 mm	6	9%
	38	T1 R	13,36			Powyżej 1	7	14%	Powyżej 0,5	16	29%	Zaokrąglenie korzenia	24	34%
						Mniej niż -1	1	2%	Mniej niż -0,5	3	6%	Bez resorpcji	40	57%
43-33	40	T0 R	18,32	0,52	-0,28	<-1;1>	40	79%	<-0,5;0,5>	28	56%	Resorpcja do 2 mm	4	6%
	40	T1 R	17,8			Powyżej 1	6	12%	Powyżej 0,5	16	31%	Zaokrąglenie korzenia	11	16%
						Mniej niż -1	1	2%	Mniej niż -0,5	4	8%	Bez resorpcji	55	79%
45-35	39	T0 R	14,95	0,34	-0,35	<-1;1>	41	82%	<-0,5;0,5>	29	58%	Resorpcja do 2 mm	6	5%
	39	T1 R	14,61			Powyżej 1	7	13%	Powyżej 0,5	17	34%	Zaokrąglenie korzenia	19	6%
						Mniej niż -1	1	2%	Mniej niż -0,5	4	8%	Bez resorpcji	92	78%
46-36	35	T0 R	15,47	0,38	-0,26	<-1;1>	40	81%	<-0,5;0,5>	30	59%	Resorpcja do 2 mm	1	2%
	35	T1 R	15,09			Powyżej 1	7	14%	Powyżej 0,5	15	29%	Zaokrąglenie korzenia	11	16%
						Mniej niż -1	2	5%	Mniej niż -0,5	6	11%	Bez resorpcji	55	81%

Na podstawie analizy statystycznej nie można wskazać statystycznych zależności między zmianą poziomu kości a innymi czynnikami. Proces zmian wysokości kości jawi się jako proces samodzielny nie korelujący z wiekiem, czasem leczenia a tylko nieznacznie z płcią.

W literaturze jest nie wiele publikacji w których autorzy badają poziom kości u pacjentów objętych terapią ortodontyczną. W zdecydowanej większości są to prace łączone zarezerwowane dla pacjentów z chorobami przyzębia poddawanych leczeniu ortodontycznemu [Rzeszut 2009, Hsu 2011, Han 2015]. Jednakże w moich badaniach pacjentów z chorobami przyzębia nie uwzględniono.

W 1984 roku Polson i Reed przedstawili długoterminową obserwację zmian poziomu kości u pacjentów po leczeniu ortodontycznym. Grupa badana zawierała 104 pacjentów, którzy przeszli leczenie ortodontyczne w przeciągu ostatnich 10 lat. Grupę kontrolną stanowiło 76 osób, nigdy nie poddanych terapii ortodontycznej. Badacze oznaczali poziom kości w podobny sposób jak przedmiotowej pracy tj. określali metrycznie dystans CEJ-AC i wyrażali go w mm. Wykazali oni brak znaczącej różnicy w poziomie kości u pacjentów leczonych ortodontycznie z grupą kontrolną, nie leczoną. Wyniki badań tych badaczy korelują z wynikami badań własnych, choć w mojej pracy obserwacje były

krótkoterminowe. Badacze cytowanego piśmiennictwa jednocześnie wskazali na fakt, iż w grupie leczonej wartość CEJ-AC była niższa. Autorzy tłumaczą ten fakt intruzją zębów podczas leczenia. Ostatecznie stawiają tezę, iż leczenie ortodontyczne nie ma długoterminowego wpływu na poziom kości. Sugestia tych autorów jest również jak już wspomniałem i moim tłumaczeniem wyników w odniesieniu do badań Konopki [2013] i Górniak [2005].

Nelson i Artun [1997] stosując zbliżoną metodykę badań jak w przedmiotowej pracy zbadali 343 dorosłych w wieku od 20 do 70 lat. Oceniali oni poziom kości na podstawie parametru CEJ-AC w czasie T1 (przed leczeniem) i T2 (po leczeniu). Badanie dotyczyło sześciu zębów przednich w szczęce (13–23). Wykazali oni, iż średnia utrata poziomu kości w szczęce przy wszystkich sześciu zębach wynosiła 0,54 mm. Tylko 2,5% badanych miało średni ubytek poziomu kości $>$ lub $=$ 2 mm, 36% badanych przynajmniej na jednej powierzchni zęba miało ubytek poziomu kości $>$ lub $=$ 2 mm. Analiza statystyczna nie wykazała związku między wiekiem pacjentów a poziomem kości. Nie wykazała też wpływu czasu leczenia na poziom kości. Na uwagę zasługuje fakt, iż badania własne dotyczyły zębów żuchwy, zatem ze względu na budowę kości wyniki nie mogą być porównywane. Wyniki uzyskane w żuchwie z racji jej rozbudowanej komponenty kości zbitej, słabszego ukrwienia i zmian z wiekiem prowadzących do dominacji warstwy korowej nie mogą być porównywalne z wynikami uzyskanymi w szczęce. Różnice anatomiczne i histologiczne przekładają się na dynamikę i kierunek zachodzących w niej procesów. Chociaż w aspekcie wieku i czasu leczenia obserwacje autorów są zbieżne z wynikami badań własnych. Różnice w zaobserwowanych poziomach kości między badaniami własnymi a cytowanych autorów wynikają z faktu, iż dotyczyły one szczęki cechującej się większą podatnością i wrażliwością na czynniki modulujące, stąd interesujące są wartości ukazujące niemal dwukrotnie wyższe obniżenie poziomu kości, co może potwierdzać odmienną strukturę wyrostka zębodołowego szczęki i części zębodołowej żuchwy.

W 2009 roku Rzeszut i współautorzy [2009] opublikowali pracę o wpływie leczenia periodontologiczno-ortodontycznego na tkanki przyzębia zębów siecznych szczęki. Autorzy poddali badaniu 29 pacjentów w wieku 30–62 lata u których zastosowano odmienną metodę pomiaru niż w przedmiotowej pracy. Oceniali oni pionowy wymiar ubytku kostnego (H), poziomy wymiar ubytku kostnego (A), pole ubytku kostnego (P) oraz procentowy ubytek tkanki kostnej (%UK) obliczany jako stosunek dwóch odcinków: pierwszego mierzonego od wierzchołka korzenia zęba do brzegu wyrostka kostnego (AC) oraz

drugiego mierzonego od wierzchołka korzenia zęba do linii szkliwno-cementowej (CEJ). Oceny radiologicznej dokonywano przed rozpoczęciem leczenia oraz po jego zakończeniu. Każdy zakwalifikowany pacjent do badania miał potwierdzony radiologicznie pionowy ubytek kostny oraz kieszonkę przyzębną $>$ lub $=$ 5 mm. Wyniki badań potwierdziły korzystny wpływ leczenia periodontologiczno-ortodontycznego na większość ubytków kostnych zlokalizowanych przy zębach siecznych szczęki oraz redukcję średniej procentowej utraty tkanki kostnej. Wykluczając pacjentów periodontologicznych w badaniach własnych skupiłem się na pacjentach ze zdrowym przyzębiem. Uzyskując takie wyniki wykazano, że leczenie ortodontyczne, za pomocą aparatu stałego w technice łuku prostego, nie powoduje istotnych klinicznie zaburzeń ze strony przyzębia brzeżnego i kości części zębodołowej żuchwy. Chociaż Melsen i współautorzy [1989] już 30 lat temu opisali odbudowę kości wyrostka zębodołowego po terapii ortodontycznej u pacjentów z chorobami przyzębia to mimo to większość autorów jest zgodnych, iż tylko wdrożenie chirurgicznych technik augmentacyjnych umożliwia odbudowę przyczepy łącznotkankowego i kości wyrostka zębodołowego. W trakcie leczenia ortodontycznego możliwe jest spłylenie ubytków kostnych przez zmianę konfiguracji przebiegu przyczepu łącznotkankowego [Berglund 1991].

Szereg autorów zwraca uwagę, iż odpowiednia stabilizacja po leczeniu ortodontycznym poprzez zastosowanie stałych retainerów na zębach ze znaczną utratą wysokości kości wyrostka zębodołowego może zachować lub nawet odbudować utraconą w wyniku choroby przyzębia kość wyrostka zębodołowego [Dahl 1991, Re 2000, Westerlund i wsp. 2017].

Inni polscy autorzy [Czochrowska i wsp. 2010] wykazali, iż wysokość wyrostka zębodołowego nie uległa zmianie podczas leczenia ortodontycznego u 93% badanych. Badanie przeprowadzono na 31 pacjentach (49 łuków zębowych) w wieku 27–73 lata na zdjęciach pantomograficznych. Zastosowana metoda pomiaru jest zbliżona z metodą jak w pracy własnej (dystans CEJ-AC) oznaczany przed leczeniem i po leczeniu ortodontycznym. Badacze ci podobnie jak w badaniach własnych, przyjęli zmianę CEJ-AC \pm 1 mm jako wartość graniczną decydującą o klinicznej istotności zmiany. Badanie dotyczyło zarówno szczęki jak i żuchwy. W 93% przypadków stwierdzono zachowanie wysokości wyrostka zębodołowego (zmiana poniżej 1 mm). Wyniki autorów różnią się od wyników własnych być może ze względu na ocenę zarówno w szczęce jak i żuchwie oraz na fakt ujęcia w badaniu pacjentów w dużym przedziale wiekowym przy małej liczebności grupy badanej ponadto brak jest odniesienia do poszczególnych zębów czy też powierzchni. Nie pozwala to na bardziej analityczne porównanie ale należy zaznaczyć, że w bada-

niach własnych przeprowadzonych na większej grupie badanej uzyskano zachowanie wysokości poziomu kości w 69% badanych powierzchniach (zmiana poniżej 1 mm).

Podobną metodykę, jak w badaniach własnych, zastosowali Zoizner i współautorzy [2018]. Oceniali oni odległość dwóch referencyjnych punktów tj. połączenia szkliwno-cementowego CEJ i szczyt grzebienia wyrostka zębodołowego AC z tym wyjątkiem, że badania przeprowadzono na zdjęciach zgryzowych. Pomiaru dokonywano przed leczeniem i po leczeniu. Grupa badawcza składała się z 34 dorosłych zaś grupa kontrolna z 29 osób. Średnia wieku $35,5 \pm 7$. Średni ubytek poziomu kości określili na poziomie $0,130 \pm 0,192$ mm w grupie pacjentów leczonych ortodontycznie oraz $0,072 \pm 0,280$ mm w grupie kontrolnej. Wielkości te nie wykazywały statystycznej zależności. U 25 pacjentów (65%) z grupy leczonej oraz 10 pacjentów (34%) z grupy kontrolnej odnotowali wzrost dystansu CEJ-AC o więcej niż 1 mm przynajmniej na jednej powierzchni. Analiza statystyczna nie wykazała korelacji zmiany poziomu kości z innymi czynnikami (wiek, płeć, czas leczenia) co potwierdzają badania własne, choć badanie było z wykorzystaniem nieco innego obrazowania radiologicznego.

Uzyskane wyniki w badaniach własnych na grupie wolnej od chorób przyzębia jak i innych autorów różnią się od wyników spotykanych w piśmiennictwie ortodontycznym i periodontologicznym. Różni autorzy uzyskują różne wyniki mimo stosowania tej samej metodyki badań. Utrata poziomu kości części zębodołowej żuchwy jest nieistotna statystycznie dla ± 1 mm i wręcz niezauważalna klinicznie (poniżej 0,5 mm) analizując wartości średnie. Mimo to w wynikach opisowych odnotowano resorpcję kości wyrostka zębodołowego na 13% badanych powierzchniach zębów. Każdorazowo podczas kwalifikacji pacjentów dorosłych do leczenia ortodontycznego niezbędna jest ocena periodontologiczna. Należy jeszcze raz podkreślić, że w badaniach własnych grupa badawcza była wolna od chorób przyzębia, leczona ortodontycznie z wykorzystaniem aparatów stałych w jednej technice łuku prostego, w której przykładane siły ortodontyczne mieszczą się w określonym przedziale wartości. Tak wyselekcjonowanie grupy miało na celu wyeliminowanie przekłamań w wynikach badań.

Należy także zwrócić uwagę na homogenność badanej grupy pod względem wieku. Do badań własnych zakwalifikowano pacjentów w wieku powyżej 17. roku życia w chwili rozpoczęcia leczenia tj. po całkowitym zamknięciu szwu przysieczno-klówego oraz w wieku poniżej 45. roku życia w chwili rozpoczęcia leczenia. Tak dobrana grupa pod względem wieku pozwoliła na wyeliminowanie zaburzeń wynikających z dynamiki przebudowy kości u pacjentów młodocianych gdzie dominują procesy osteoblastyczne

oraz gwałtownego zwolnienia tych procesów u pacjentów starszych z dominacją procesów osteoklastycznych.

Homogenność grupy wyraża się również w fakcie, iż w badaniach własnych poddano ocenie wyłącznie część zębodołową żuchwy. Żuchwa z racji swojej budowy anatomicznej, rozbudowanej komponenty kości zbitiej cechuje się mniejszą dynamiką zmian. Szczeka z kolei z racji swej porowatej budowy jest dużo bardziej podatna na czynniki zewnętrzne co ma swoje odzwierciedlenie w wynikach innych badaczy [Anderson i Al Kaharazi 2018], na co już wcześniej zwracano uwagę.

Nieustany rozwój metod obrazowania radiologicznego i jej digitalizacja pozwoliła na zmniejszenie dawki promieniowania dla pacjenta przy jednoczesnym zwiększeniu jakości obrazu. Największą zaletą radiografii cyfrowej jest możliwość przetwarzania danych oraz manipulacja parametrami dotyczącymi gęstości i kontrastu obrazu, co pozwala na uzyskanie znacznie większej ilości szczegółów z danego obrazu oraz unikanie przekłamań [Tuczyńska i wsp. 2015]. Metody takie jak CBCT i trójwymiarowa ocena ubytków kostnych stanowić powinny standard postępowania. Konieczne jest prowadzenie dalszych badań przy użyciu tomografii stożkowej.

Dotychczas prowadzone badania longitudinalne nie wzbudzają niepokoju badaczy. Poziom wysokości kości wyrostka zębodołowego u pacjentów po leczeniu ortodontycznym nie wykazuje statystycznych różnic od poziomu kości u pacjentów nie objętych terapią. Dynamika zmian wydaje się być podobna. Badacze wskazują na ogólne czynniki ryzyka utraty poziomu kości takie jak wysokie BMI, nadciśnienie tętnicze, hipercholesterolemia, palenie papierosów oraz miejscowe jak płytka nazębna [Shrestha i wsp. 2016, da Silva i wsp. 2017, Iwasaki i wsp. 2018]. Działanie powinno być nastawione na eliminację tych czynników. Ciekawym zagadnieniem wydaje się być również zastosowanie fizjoterapii jako leczenia wspomagającego w terapii chorób przyzębia [Wysokińska-Miszczuk 2018]. Jednakże zarówno ci autorzy jak i badania własne nie obejmują resorpcji twardych tkanek zęba z wiązanych z terapia ortodontyczną. W piśmiennictwie jest wiele pozycji odnoszących się do resorpcji wierzchołków korzeni zębów u pacjentów poddanych terapii ortodontycznej aparatem stałym. Dowiedziono, iż przy zębach do których przykładana jest siła ortodontyczna pojawia się resorpcja wierzchołka korzenia. Stwierdzono występowanie resorpcji korzeni w przypadku 15% pacjentów przed leczeniem ortodontycznym i 73% pacjentów po zakończeniu leczenia [Lupi i wsp. 1996]. Na zdjęciach pantomograficznych lub radiogramach zębowych wielkość resorpcji nie przekracza zwykle 2,5 mm i klasyfikowana jest jako niewielka lub średnia [Sameshima i Sinclair 2001].

Resorpcja znaczna, definiowana jako przekraczająca 4 mm spotykana jest w 1% do 5% zębów. Najczęściej resorpcji ulegają zęby sieczne szczęki, następnie zęby sieczne żuchwy i pierwsze zęby trzonowe [Jung i wsp. 2011, Konopka i Matthews-Brzozowska 2014]. Stąd warto zwracać uwagę na zęby sieczne zarówno szczęki jak i żuchwy wykonując okresowe badanie radiologiczne tego odcinka. Aparat stały jest przyczyną powstawania resorpcji cementu korzeniowego, która nie zawsze jest widoczna na zdjęciach rentgenowskich. W badaniu mikroskopowym szlifów zębowych zaobserwowano resorpcję cementu korzeniowego niewidoczną na radiogramach [Knychalska-Karwan i wsp. 1995, Syryńska i wsp. 1998, Nytko i wsp. 2000]. Wydaje się jednak, że resorpcja nie wpływa na zmiany poziomu wyrostka w znaczeniu klinicznym.

Nie znaleziono w piśmiennictwie analizy zależności zmiany poziomu kości wyrostka zębodołowego od wielkości sił ortodontycznych działających na zęby. Ponadto w polskim piśmiennictwie brakuje badań oryginalnych dotyczących oceny poziomu kości u pacjentów wolnych od chorób przyzębia podczas terapii ortodontycznej gdzie zęby obciążone są elementami aparatu stałego, czyli takich, do których przykładana jest siła.

W prezentowanej pracy oceniono wpływ leczenia ortodontycznego aparatem stałym na poziom kości części zębodołowej żuchwy, porównując zdjęcia pantomograficzne wykonane przed leczeniem oraz po zakończeniu leczenia. Nie stwierdzono statystycznych zależności między leczeniem ortodontycznym a zmianą wysokości poziomu kości części zębodołowej żuchwy o znaczeniu klinicznym. Radiologiczne metody oceny bazujące na analizie zdjęć pantomograficznych są najbardziej przydatne w diagnostyce resorpcji, ponieważ radiogramy te są rutynowo wykonywane przed rozpoczęciem terapii ortodontycznej, często w trakcie wizyt kontrolnych oraz na jej zakończenie. Hol i współautorzy w [2018] wykazali, iż zdjęcia pantomograficzne cechuje wysokie bezpieczeństwo szacowania wysokości kości w wymiarze pionowym w żuchwie i może być rutynowo stosowana w diagnostyce. W badaniu własnym wszystkie radiogramy były analizowane pod kątem jakości, a zdjęcia nieczytelne zostały odrzucone.

Podsumowując, w badaniu własnym przeprowadzono analizę zależności między wiekiem pacjentów, płcią, stroną prawą i lewą a stopniem zmiany poziomu kości części zębodołowej żuchwy i nie wykazano statystycznych zależności o znaczeniu klinicznym. Ponadto należy uznać, iż w każdym wieku leczenie ortodontyczne aparatem stałym powoduje zmianę poziomu kości części zębodołowej żuchwy. Zmiany te jednak są nie istotne klinicznie. Proces zmian wysokości kości o znaczeniu klinicznym jawi się jako proces samodzielny nie korelujący z wiekiem, czasem leczenia ani płcią.

7. Wnioski

1. Obciążanie zębów elementami aparatu stałego, w technice łuku prostego w trakcie leczenia ortodontycznego, a więc przykładanie do nich siły ortodontycznej, powoduje zmianę poziomu kości części zębodołowej żuchwy. Zmiana ta jednak nie stanowi zależności statystycznych o znaczeniu klinicznym w odniesieniu do płci.
2. Zmiana poziomu kości części zębodołowej żuchwy o znaczeniu klinicznym w trakcie leczenia ortodontycznego nie jest zależna od wieku.
3. Zmiana czasu leczenia nie wpływa w stopniu istotnym klinicznie na poziom kości części zębodołowej żuchwy w trakcie leczenia ortodontycznego.
4. W wybranych sekwencjach zębowych nie stwierdzono klinicznej istotności w zmianie poziomu kości części zębodołowej żuchwy.
5. Nie zachodzą zależności o znaczeniu klinicznym w zmianie poziomu kości części zębodołowej żuchwy porównując stronę prawą do lewej pacjenta.

8. Streszczenie

Zmiana poziomu kości części zębodołowej żuchwy wokół zębów do których przyłożona jest siła, stanowi nieodzowny element terapii ortodontycznej. Może być ona sprzyjająca zakotwieniu zęba a więc wykazywać apozycje kości wokół przesuwanych zębów lub stanowić element negatywny terapii i prowadzić do utraty tkanek twardych przyzębia.

W pracy postawiono następujące pytanie badawcze: „Czy istnieją różnice w wysokości kości o znaczeniu klinicznym w części zębodołowej żuchwy przed leczeniem i po leczeniu ortodontycznym w odniesieniu do płci we wszystkich analizowanych parametrach”.

Cele szczegółowe pracy:

1. Ocena odległości między dwoma referencyjnymi punktami: połączeniem szkliwno-cementowym CEJ a grzebieniem wyrostka zębodołowego AC na powierzchni mezialnej i dystalnej każdego zęba w żuchwie na zdjęciach pantomograficznych wykonywanych:
 - przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego (T0),
 - po zakończonym leczeniu ortodontycznym (T1).
2. Porównanie odległości CEJ-AC w czasie T0 i T1 pomiędzy powierzchnią mezialną i dystalną każdego zęba.
3. Porównanie odległości CEJ-AC w czasie T0 i T1 pomiędzy poszczególnymi sekwencjami zębowymi.
4. Porównanie odległości CEJ-AC w czasie T0 i T1 pomiędzy stroną prawą i lewą pacjenta.

Materiał badany stanowiły radiogramy 50 pacjentów leczonych w Poradni Katedry i Kliniki Ortopedii Szczękowej i Ortodontji UMP w Poznaniu w latach 2010–2018, wykonane przed i po leczeniu ortodontycznym, czyli 100 radiogramów pacjentów w wieku od 18 do 44 lat. Analiza objęła 14 zębów w łuku dolnym, co daje łącznie 1400 zębów. Pomiary dokonywano po stronie mezialnej i dystalnej każdego zęba co przekłada się na

2800 pomiarów. Do pracy dokonano wyboru pacjentów spośród większej liczby pacjentów leczonych aparatami stałymi. Wszyscy pacjenci u których nie stwierdzono chorób przyzębia byli leczeni metodą łuku prostego przy zastosowaniu sił rzędu 15–50 g/cm². Z badania wykluczono dokumentację pacjentów, u których wystąpiły takie zaburzenia jak: ponowne leczenie ortodontyczne aparatami stałymi, oligodoncja, rozszczepy i inne wady czaszkowe, zatrzymane kły, uraz zębów z wywiadu, choroby przyzębia przed rozpoczęciem leczenia.

Metodyka obejmowała analizę zdjęć pantomograficznych wykonanych tym samym aparatem po stronie mezialnej i dystalnej każdego zęba w żuchwie przed leczeniem ortodontycznym i po zakończeniu terapii aparatem stałym. Na zdjęciach pantomograficznych dokonywano pomiaru wysokości kości przy użyciu bezpośredniej metody metrycznej polegającej na pomiarze w milimetrach odległości między dwoma referencyjnymi punktami tj. połączeniem szklwno-cementowym a grzebieniem wyrostka zębodołowego. Grzebień wyrostka zębodołowego AC radiologicznie definiowano jako najbardziej przyszyjkowy punkt wzdłuż powierzchni korzenia gdzie więzadła ozębnej (szpara ozębnej) zaczynają być równej szerokości, jednakże w przypadku braku uwidocznienia uznawano najbardziej przyszyjkowy punkt kontaktu blaszki zbitej z powierzchnią korzenia zęba. W przypadku braku uwidocznienia połączenia szklwno-cementowego za punkt referencyjny uznawano poziom sklepienia komory lub dolny brzeg wypełnienia (korony protetycznej). Różnice w badanym parametrze CEJ-AC zgrupowano w przedziały o znaczeniu klinicznym dla każdej z powierzchni zęba tj. powierzchni dystalnej i mezialnej. Za zmianę o znaczeniu klinicznym uznawano zmianę parametru CEJ-AC między czasem T0 i T1 powyżej ± 1 mm. Powyższą wartość krytyczną wyznaczono na podstawie piśmiennictwa. Dla dokładnego zanalizowania zachodzących zmian przeanalizowano również wyniki dla wartości krytycznej zmiany parametru CEJ-AC w czasie T0 i T1 na poziomie $\pm 0,5$ mm.

Wyniki. U wszystkich badanych pacjentów wykazano pewien stopień zmiany poziomu kości części zębodołowej żuchw w trakcie leczenia ortodontycznego. W zdecydowanej większości przypadków była to zmiana polegająca na zwiększeniu dystansu CEJ-AC a więc prowadząca do obniżenia się poziomu kości. Istotność statystyczną zmiany wysokości kości polegającej na obniżeniu się jej poziomu zarówno na powierzchni mezialnej i dystalnej (obu powierzchniach jednocześnie) w grupie kobiet stwierdzono przy zębach: 46, 45, 44, 41, 31, 32, 33, 35. W tej samej grupie badanej przy zębach 43, 42, 34 obniżenie poziomu kości istotne statystycznie dotyczyło tylko jednej powierzchni. Z kolei w grupie

mężczyzn istotnie statystycznie obniżenie poziomu kości na obu badanych powierzchniach jednocześnie stwierdzono przy zębach: 46, 44, 32, 33, 34. Przy zębach 42, 31, 35 zmiana zanikowa kości istotna statystycznie występowała tylko na jednej z powierzchni. Z racji niewielkich poziomów zmian kości wszystkie istotności statystyczne należy uznać za nie istotne klinicznie. Średnia wartość zmiany parametru nie przekracza 0,5 mm. Za zmianę istotną klinicznie w ślad za światowym piśmiennictwem uznawano zmianę ± 1 mm. Na podstawie analizy statystycznej nie można wskazać statystycznych zależności między zmianą poziomu kości a innymi czynnikami. Proces zmian wysokości kości jawi się jako proces samodzielny nie korelujący z wiekiem, czasem leczenia ani płcią.

Wnioski:

1. Obciążanie zębów elementami aparatu stałego, w technice łuku prostego w trakcie leczenia ortodontycznego, a więc przykładanie do nich siły ortodontycznej, powoduje zmianę poziomu kości części zębodołowej żuchwy. Zmiana ta jednak nie stanowi zależności statystycznych o znaczeniu klinicznym w odniesieniu do płci.
2. Zmiana poziomu kości części zębodołowej żuchwy o znaczeniu klinicznym w trakcie leczenia ortodontycznego nie jest zależna od wieku.
3. Zmiana czasu leczenia nie wpływa w stopniu istotnym klinicznie na poziom kości części zębodołowej żuchwy w trakcie leczenia ortodontycznego.
4. W wybranych sekwencjach zębowych nie stwierdzono klinicznej istotności w zmianie poziomu kości części zębodołowej żuchwy.
5. Nie zachodzą zależności o znaczeniu klinicznym w zmianie poziomu kości części zębodołowej żuchwy porównując stronę prawą do lewej pacjenta.

9. Abstract

The level changing of the alveolar bone of the mandible around the teeth to which force is applied is an indispensable part of orthodontic therapy. It may be conducive to the anchoring of the tooth and thus display bone apheres around moved teeth or be a negative element of therapy and lead to the loss of hard periodontal tissues.

The following research question was posed at the dissertation: “Checking whether there are differences in the bone height of clinical significance in the alveolar bone before and after the orthodontic treatment in relation to gender in all analyzed parameters”.

Objectives of the work:

1. Assessment of the distance between two reference points: the CEJ cement-enamel junction and the alveolar crest AC on the mesial and distal surface of each tooth in the lower jaw in the pantomographic pictures performed:
 - before starting orthodontic treatment (T0),
 - after orthodontic treatment (T1).
2. Comparison of the CEJ-AC distance at time T0 and T1 between the mesial and distal surfaces of each tooth
3. Comparison of the CEJ-AC distance at time T0 and T1 between individual tooth sequences
4. Comparison of the CEJ-AC distance at time T0 and T1 between the right and left side of the patient

The research material consisted of radiographs of 50 patients before and after orthodontic treatment, it is 100 radiographs of patients aged 18–44. The analysis included 14 teeth in the lower arch, which gives a total of 1,400 teeth. Measurements were made on the mesial and distal side of each tooth, which gives into 2,800 measurements. To the study, patients were selected from among more patients treated with fixed appliances. All

patients who did not have periodontal disease were treated with the straight-line method using forces of 15–50 g/cm².

The methodology involved the analysis of pantomographic images made with the same apparatus on the mesial and distal side of each tooth in the mandible before orthodontic treatment and after completion of therapy with a fixed apparatus. In the pantomographic pictures, bone height was measured using a direct metric method of measuring in millimeters the distance between two reference points, i.e. the cement-enamel joint and the crest of the alveolar ridge. The AC alveolar crest was radiologically defined as the most cervical point along the root surface where the periodontal ligament (periodontal space) begins to be of equal width, however, if the visualization is not the most cervical contact point of the plaque contact with the root surface of the tooth. If the cement-enamel joint was not visualized, the level of the vault of the chamber or the lower edge of the filling (the prosthetic crown) was considered as the reference point. Differences in the CEJ-AC parameter under study were grouped into clinically relevant compartments for each tooth surface, i.e. distal and mesial surface. The change in the clinical significance was considered to change the CEJ-AC parameter between T0 and T1 times over ± 1 mm. The above critical value was determined based on the literature. To accurately analyze the changes taking place, the results for the critical value of the CEJ-AC parameter change at time T0 and T1 at the level of ± 0.5 mm were also analyzed.

Results. All examined patients showed a certain degree of change in the bone level in lower jaw during orthodontic treatment. In the vast majority of cases, this was a change consisting in increasing the CEJ-AC distance and thus leading to a decrease in the bone level. The statistical significance of bone height change consisting in the decrease of its level both on the mesial and distal surface (both surfaces simultaneously) in the female group was found with teeth: 46, 45, 44, 41, 31, 32, 33, 35. In the same study group at teeth 43, 42, 34, the reduction in bone level, statistically significant, concerned only one surface. In turn, in the group of men, a statistically significant reduction in the bone level on both surfaces was found simultaneously with the teeth: 46, 44, 32, 33, 34. At teeth 42, 31, 35, atrophic bone lesions were statistically significant only on one of the surfaces. Due to the low levels of bone change, all statistical significance should be considered clinically insignificant. The average parameter change value does not exceed 0.5 mm. A change of ± 1 mm was considered a clinically significant change following the world literature. On the basis of statistical analysis, it is not possible to indicate statistical relationships between changes in bone level and other factors. The process of bone height changes

appears as an independent process that does not correlate with age, treatment time or gender.

Conclusions:

1. Loading teeth with fixed braces during orthodontic treatment, and thus applying orthodontic force to them, results in a change in the bone level of the alveolar mandible. However, this change is not a statistical relationship of clinical significance in relation to gender.
2. The change in bone level of the alveolar bone of clinical significance during orthodontic treatment is not dependent on age.
3. The change in bone level of the alveolar bone of clinical significance during orthodontic treatment is not dependent on the time of treatment.
4. There was no clinical significance in the change in bone level of the mandible in selected dental sequences.
5. There was no clinical significance in the change in bone level of the alveolar bone of the mandible, comparing the right side to the left.

10. Piśmiennictwo

1. Albandor J.M., and Abbas D.K. Radiographic quantification of alveolar bone level changes. *Journal of Clinical Periodontology* 1986, 13, 810–813.
2. Anderson B.W., Al Kharazi K.A. *Anatomy, Head and Neck, Skull*. Treasure Island (FL), StatPearls Publishing 2018.
3. Artun J., Hullenaar R.V., Doppel D., Kuijpers-Jagtman A.M. Identification of orthodontic patients AT risk of Server apical Root resorption. *American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics* 2009, 135, 448–455.
4. Banach J. Faza podtrzymująca leczenia periodontologicznego. *Med. Tour Press International* 2013, 421–429.
5. Bednarz W., Żurek J., Gedrange T., Dominiak M. A preliminary clinical comparison of the use of fascia lota allograft and autogenous connective tissue graft in multiple gingival recession coverage based on the tunel technique. *Adv Clin Exp Med*. 2016, 25, 3, 587–598.
6. Berglund T., Marinello C., Lindhe J., Thilander B., Liljenberg B. Periodontal tissue reactions to orthodontic extraction, an experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 1991, 18, 330–336.
7. Boeckler A.F., Rudolf M., Setz J.M. Koncepcje zachowania struktury poekstrakcyjnego ubytku kości wyrostka zębodołowego. *Periodontologia Implanty, Quintessence* 2009, 1, 31–34.
8. Bondemark L. Interdental bone changes after orthodontic treatment: a 5-year longitudinal study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998, 114, 25–31.
9. Castro L.O., Castro I.O., de Alencar A.H., Valladares-Neto J., Estrela C. Cone beam computed tomography evaluation of distance from cemento-enamel junction to alveolar crest before and after nonextraction orthodontic treatment. *Angle Orthod* 2016, 86, 4, 543–549.
10. Czochrowska E, Dragon M., Górska R. Retrospektywna ocena leczenia ortodontycznego aparatami stałymi u pacjentów z chorobą przyzębia. *Dental and Medical Problems* 2010, 47, 2, 160–168.
11. da Silva M.K., de Carvalho A.C.G., Alves E.H.P., da Silva F.R.P., Pessoa L.D.S., Vasconcelos D.F.P. Genetic Factors and the Risk of Periodontitis Development: Findings from a Systematic Review Composed of 13 Studies of Meta-Analysis with 71,531 Participants. *Int J Dent* 2017, 11, 61–73.
12. Dahl E., Zachrisson B.U. Long-term experience with direct-bonded lingual retainers. *J Clin Orthod* 1991, 25, 619–630.

13. Dahlberg G. Statistical methods for medical and biological students. George Allen and Unwin Ltd., London 1940, 122–132.
14. Dietrich T. Apicomarginal defects in periradicular surgery: classification and diagnostics aspects. *Oral Surg* 2002, 94, 233–239.
15. Dominiak M., Łysiak-Drwal K. Etiopatogeneza i klasyfikacja ubytków kostnych wyrostka zębodołowego. *Magazyn Stomatologiczny* 2010, 3, 26–32.
16. Erpenstein H., Diedrich P. Atlas chirurgii periodontologicznej pod redakcją T. Konopki Wyd. Elsevier Urban & Partner 2008, 253–259.
17. Fuss Z., Tsesis I., Lin S. Root resorption — diagnosis, classification and treatment choices based on stimulation factors. *Dent Traumatol* 2003, 19, 4, 175–82.
18. Gedik R., Marakoglu I., Demirer S. Assessment of alveolar bone levels from bitewing, periapical and panoramic radiographs in periodontitis patients. *West Indian Medical Journal* 2008, 57, 4, 410.
19. Goldman H.M., Cohen W.D. The infra bony pocket: classification and treatment. *J Periodontol* 1958, 29, 272–279.
20. González Murillo J.A., Rabchinsky Jaet D., Ondarza Rovira R., Justus Doczi R., López S.G. Self-confidence, psycho-social impact and perceived treatment quality in young and adult patients after orthodontic treatment. *Revista Mexicana de Ortodoncia* 2018, 6, 1, 8–14.
21. Górska R., Konopka T. *Periodontologia Współczesna*. Med Tour Press 2013, 27–32.
22. Gustafson G. Age determination on teeth. *J Am Dent Assoc* 1950, 41, 45–54.
23. Gyawali R., Bhattarai B. Orthodontic Management in Aggressive Periodontitis. *International Scholarly Research Notices* 2017, 16, 21–24.
24. Hamp S.E., Nyman S., Lindhe J. Periodontal treatment of multirrooted teeth. *J Clin Periodontol* 1975, 2, 126–135.
25. Han J.Y. A comparative study of combined periodontal and orthodontic treatment with fixed appliances and clear aligners in patients with periodontitis. *J Periodontal Implant Sci* 2015, 45, 6, 193–204.
26. Hans R. Preus, Ruiner Torgersen G., Carsten Koldsland O., Frode Hansen B., Merete Aass A. A new Digital tool for a radiographic bone level measurements In longitudinal studiem. *Oral Health* 2015, 15, 107–110.
27. Harris D. i wsp. Guidelines for the use of diagnostics imagine In implant dentistry. A consensus workshop organized by the European Association for Osteointegration in Trinity Collegue Dublin. *Clin Oral Impalnat Res* 2002, 13, 5, 566–570.
28. Heo M., Lee S., Lee K., Choi H., 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. Hol C., Hellen-Halme K., Torgersen G., Nilsson M., Moystad A. How do dentists use CBCT in dental clinics? A Norwegian Nation wide survey. *Acta Odontol Scand* 2015, 73, 3, 195–201.
30. Holberg C., Steinhauser S., Geis P., Rudzik-Janson I. Cone-beam computed tomography in orthodontics: benefits and limitations. *Journal of Orofacial Orthopedics* 2005, 66, 434–444.
31. Houston W.J.B. The analysis of errors in orthodontic measurements. *American Journal of Orthodontics* 1983, 83, 382–390.

32. Hsu J.T., Chang H.W., Huang H.L., Yu J.H., Li Y.F., Tu M.G. Bone density changes around teeth during orthodontic treatment. *Clin Oral Investig* 2011, 15, 4, 511–519.
33. Iwasaki M., Kimura Y., Ogawa H., Yamaga T., Ansai T., Wada T., Sakamoto R., Ishimoto Y., Fujisawa M., Okumiya K., Miyazaki H., Matsubayashi K. Periodontitis, periodontal inflammation, and mild cognitive impairment: A 5-year cohort study. *J Periodontal Res* 2018, 4, 32–37.
34. Jäger F., Mah J.K., Bumann A. Peridental bone changes after orthodontic tooth movement with fixed appliances: A cone-beam computed tomographic study. *Angle Orthod* 2017, 87, 5, 672–680.
35. Jankowska J., Antoszevska J. What we know about resorption — literature review. *Journal of Stomatology* 2012, 65, 4, 578–587.
36. Jansma J., Schepers R.H., Vissink A. Cosmetic treatment during orthognathic surgery. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 2016, 123,1,25–31.
37. Janson G., Bombonatti R., Brandao A.G., Henriques J.F., de Freitas M.R. Comparative radiographic evaluation of the alveolar bone crest after orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003, 124, 2, 157–164.
38. Jiménez-Gayosso S.I., Lara-Carrillo E., López-González S., Medina-Solís C.E., Scougall-Vilchis R.J., Hernandez-Martinez C.T., Colome-Ruiz G.E., Escoffie-Ramirez M. Difference between manual and digital measurements of dental arches of orthodontic patients. *Medicine Baltimore* 2018, 97, 22, 10887.
39. Jung Y. i wsp. External root resorption after orthodontic treatment; a study of contributing factors. *Imaging Science in Dentistry* 2011, 41, 17–21.
40. Jurkiewicz-Mazurek M., Kiciński M., Kubera N., Różyło K. Radiografia subtrakcyjna w stomatologii. *Magazyn Stomatologiczny* 2008, 18, 6, 38–40.
41. Kamiński A., Zasacka M., Waynura H. Demineralizowana macierz kostna — przygotowanie i zastosowanie w leczeniu stomatologicznym. *Czasopismo Stomatologiczne* 2007, 60, 601–610.
42. Khocht A., Janal M., Harasty L., Chang K.M. Comparison of direct digital and conventional intraoral radiographs in detecting alveolar bone loss. *J Am Dent Assoc* 2003, 134, 11, 1468–1475.
43. Knychalska-Karwan Z., Pawlicki R. Procesy resorpcyjne zębów stałych w obrazach morfologicznych i badaniach mikrosondą rtg. *Czasopismo Stomatologiczne* 1995, XLVIII, 10, 632–636.
44. Koh K.K., Tan J.S., Nambiar P., Ibrahim N., Mutalik S., Khan Asif M. Age estimation from structural changes of teeth and buccal alveolar bone level. *J Forensic Leg Med* 2017, 48, 15–21.
45. Konopka E., Matthews-Brzozowska T. Ocena długości korzeni zębów w trakcie leczenia ortodontycznego u młodych dorosłych na podstawie zdjęć pantomograficznych. *Twój Przegląd Stomatologiczny* 2014, 12, 50–53.
46. Kowalczyk K., Wójcicka A., Iwanicka-Grzegorek E. Resorpcja zewnętrzna tkanek twardej zęba i kości wyrostka zębołowego. *Nowa Stomatologia* 2011, 4, 170–173.
47. Krzyżanowska A., Matthews-Brzozowska T. Wielopłaszczyznowe podejście do estetyki twarzy. *Fizykodiagnostyka i rehabilitacja w medycynie i stomatologii — nowe trendy*. Poznań: Wydaw. Nauk. Uniw. Med. im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu, 2017, 18–27.

48. Krzyżostaniak J., Surdacka A. Rozwój i zastosowanie tomografii wolumetrycznej CBCT w diagnostyce stomatologicznej. *Przegląd piśmiennictwa. Dental Forum* 2014, 2, XXXVIII.
49. Krzyżostaniak J., Surdacka A. Rozwój wybranych technik radiologicznych w aspekcie obrazowania szczękowo-twarzowego. *Nowiny Lekarskie* 2010, 79, 249–253.
50. Lin D.G., Zhang W.L., Zhang Z.Y., Wu Y.T. Localization of impacted maxillary canines and observation of adjacent incisor resorption with cone-beam computer tomography. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology* 2008, 105, 91–98.
51. Liou E.J.W., Chang P.M.H. Apical root resorption in orthodontic patients with enmasse maxillary anterior retraction and intrusion with mini screws. *American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics* 2010, 137, 207–212.
52. Lopatiene K., Dumbravaite A. Risk factors of Root resorption after orthodontic treatment. *Stomatologija* 2008, 10, 3, 89–95.
53. Lund H., Gröndahl K., Gröndahl H.G. Cone beam computed tomography evaluations of marginal alveolar bone before and after orthodontic treatment combined with premolar extractions. *Eur J Oral Sci* 2012, 120, 3, 201–211.
54. Lupi J.E. i wsp. Prevalance and severity of apical Root resorption and alveolar bone loss in orthodontically treated adults. *American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics* 1996, 109, 28–37.
55. Makrygiannakis M.A., Kaklamanos E.G., Athanasiou A.E. Effects of systemic medication on root resorption associated with orthodontic tooth movement: a systematic review of animal studies. *Eur J Orthod* 2018, 9, 41–45.
56. Marques L.S., Ramos-Jorge M.L., Rey A.C., Armond M.C. Severe root resorption in orthodontic patient treated with the edgewise metod: prevalance and predictive factors. *American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics* 2010, 137, 384–388.
57. Melsen B., Agerbaek N., Markenstam G. Intrusion of incisors in adult patients with marginal bone loss. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1989, 96, 104–116.
58. Melson B. Biologic re action of alveolar bone to orthodontic tooth movement. *Angle Orthod* 1999, 69, 151–158.
59. Mish C.E. Density of bone: Effect on treatment plans surgical approach, healing and progressive been leading. *Int. J Oral Implantol* 1990, 6, 23–31.
60. Mohandesan H., Ravanmehr H., Valaei N. A radiographic analysis of external apical root resorption of maxillary incisors during active orthodontic treatment. *Eur J Orthod* 2007, 29, 2, 134–139.
61. Nelson P.A., Artun J. Alveolar bone loss of maxillary anterior teeth in adult orthodontic patients. *J Orthod Dento facia Orthop* 1997, 111, 3, 328–34.
62. Nytko Ł., Sabat D., Książek-Bąk H., Kubicka-Musiał M., Wierucka-Młynarczyk B. Analiza struktury morfologicznej cementu korzeniowego zębów usuniętych z powodu chorób przyzębia. *Czasopismo Stomatologiczne* 2000, LIII, 1, 16–21.
63. Ono E., Filho E.M., Leiste H.F., Oshiro Tanaka J.L. Evaluation of simulated external root resorptions with digital radiography and digital subtraction radiography. *American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics* 2011, 139, 324–333.

64. Papapanou P.N., Wenstrom J.L. The angular bony defect as indicator of further alveolar bone loss. *J ClinPeriodontol* 1991, 18, 317–322.
65. Pawłowska E., Wysokiński D., Tokarz P., Piastowska-Ciesielska A., Szczepańska J., Błasiak J. Dexamethasone and 1,25-Dihydroxyvitamin D3 Reduce Oxidative Stress-Related DNA Damage in Differentiating Osteoblasts. *International Journal of Molecular Sciences* 2014, 15, 16649–16664.
66. Pepelassi E.A., Diamanti-Kipiotti A. Selection of the most accurate method of conventional radiography for the assessment of periodontal osseous destruction. *Journal of Clinical Periodontology* 1997, 24, 557–567.
67. Persson R.E., Tzannetou S., Feloutzis A.G., Bragger U., Persson G.R., Lang N.P. Comparison between panoramic and intra-oral radiographs for the assessment of alveolar bone levels in a periodontal maintenance population. *Journal of Clinical Periodontology* 2003, 30, 833–839.
68. Pietruska M., Pietruski J. *Periodontologiczno-implantologiczna chirurgia plastyczna*. Wyd. Czelej 2015, 196–209.
69. Pietrzyk M., Bielawska H., Górniak D. Wczesne powikłania leczenia ortodontycznego pacjentów młodocianych. *Magazyn Stomatologiczny* 2002, 12, 10, 8–12.
70. Polson A.M., Reed B.E. Long-term effect of orthodontic treatment on crestal alveolar bone levels. *J Periodontol* 1984, 55, 1, 28–34.
71. Preus H.R., Torgersen G.R., Koldslund O.C., Hausen B.F., Aass A.M. A new digital tool for radiographic bone level measurements in longitudinal studies. *Oral Health* 2015, 8, 15, 107.
72. Re S., Corrente G., Abundo R., Cardaropoli D. Orthodontic treatment in periodontally compromised patients: 12-year report. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2000, 20, 31–39.
73. Reitan K. Effects of force, magnitude and direction of tooth movement on different alveolar bone types. *Angle Orthod* 1964, 34, 244–255.
74. Robinson P.J., Vitek R.M. The relationship between gingival inflammation and resistance to probe penetration. *Journal of Periodontal Research* 1979, 14, 3, 239–243.
75. Różyło T.K., Różyło-Kalinowska I. *Radiologia Stomatologiczna*. Wyd. Lekarskie PZWL 2016, 241–249.
76. Różyło-Kalinowska I. Diagnostyka radiologiczna dla stomatologów — zalecenia i przypadki kliniczne. *Medycyna Praktyczna* 2017, 4, 84–97.
77. Rzeszut A., Kawala B., Ziętek M. Wpływ leczenia periodontologiczno-ortodontycznego na tkanki przyzębia zębów siecznych szczęki w ocenie radiologicznej. *Czasopismo Stomatologiczne* 2009, 62, 3, 184–191.
78. Sameshima G.T., Sinclair P.M. i wsp. Predicting and preventing root resorption: Part I. Diagnostic factors. *American Journal Of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics* 2001, 119, 505–510.
79. Samruajbenjakun B., Kanokpongsak K., Leethanakul C. Comparison of clinical and histological characteristics of orthodontic tooth movement into recent and healed extraction sites combined with corticotomy in rats. *Korean J Orthod* 2018, 48, 6, 405–411.
80. Sebbar M., Bourzgui F. Root resorption and orthodontic treatment. *Odonto Stomatol Trop* 2011, 34, 135, 43–50.

81. Shahidi S., Zamiri B., Abolvardi M., Akhlaghian M., Paknahad M. Comparison of Dental Panoramic Radiography and CBCT for Measuring Vertical Bone Height in Different Horizontal Locations of Posterior Mandibular Alveolar Process. *J Dent* 2018, 19, 2, 83–91.
82. Shi J., Baumert U., Folwaczny M., Wichelhaus A. Influence of static forces on the expression of selected parameters of inflammation in periodontal ligament cells and alveolar bone cells in a co-culture in vitro model. *Clin Oral Investig* 2018, 15, 47–52.
83. Shrestha S., Shrestha R.M. Correlation Between Oral Health and Body Mass Index among Nepalese Teachers. *Kathmandu Univ Med J* 2016, 14, 55, 231–234.
84. Sibert J.S. Reconstruction of deformed, partially edentulous Bridges, Rusing full thickness alveolar bone grafts. I. Technique and wound healing. *Compendium Contin Educ Dent* 1999, 20, 3, 10–18.
85. Suckiel-Papiór K., Radwan-Oczko M. Metody oceny gojenia tkanek przyzębia po terapii periodontologicznej. *Dental Forum* 2015, 1, 43, 75–81.
86. Sunku R., Roopesh R., Kancherla P., Perumalla K.K., Yudhistar P.V., Reddy V.S. Quantitative digital subtraction radiography in the assessment of external apical root resorption induced by orthodontic therapy: a retrospective study. *J Contemp Dent Pract* 2011, 12, 6, 422–428.
87. Syryńska M., Szajewska-Jarzynka W. Obraz mikroskopowy miazgi i cementu korzeniowego w przebiegu różnych form periodontopatii. *Czasopismo Stomatologiczne* 1994, XLVII, 4, 263–266.
88. Szpringer-Nodzak M. i wsp. *Stomatologia wieku rozwojowego*. PZWL Warszawa 1999, 157–158.
89. Szymańska-Kubel D. Wybrane powikłania leczenia ortodontycznego aparatami stałymi i ruchomymi. *Nowa Stomatologia* 1999, 3, I/2, 31–40.
90. Tarnow D., Fletcher P. Classification of the vertical component of furcation involvement. *J Periodontol* 1984, 55, 283–284.
91. Taubman M. A., Valverde P., Han H., Kawaii T. Immune response: The key to bone resorption in periodontal disease. *Journal Periodontal* 2005, 76, 11, 2033–2041.
92. Tervonen T., Karjalainen K., Knuutila M., Huuonen S. Alveolar bone loss in type 1 diabetic subjects. *Journal of Clinical Periodontology* 2000, 27, 567–571.
93. Tuczyńska A., Abu-Fillat Y., Bartosik D., Turka-Malińska R., Matthews-Brzozowski A., Różyło T.K. Zastosowanie tomografii komputerowej z promieniem stożkowym w ortodoncji na podstawie przeglądu piśmiennictwa i opisu przypadku własnego. *Fizykodiagnostyka i rehabilitacja w medycynie i stomatologii*. Wyd. Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej 2015, 61–73.
94. Venete A., Trillo-Lumbreras E., Prado-Gascó V.J., Bellot-Arcís C., Almerich-Silla J.M. Relationship between the psychosocial impact of dental aesthetics and perfectionism and self-esteem. *J Clin Exp Dent* 2017, 9, 12, 1453–8.
95. Weiland F. External Root resorptions and orthodontic for ces: correlations and clinical consequences. *Prog Orthod* 2006, 7, 2, 153–163.
96. Weltman B., Vig K.W., Fields H.W., Shanker S., Kaizar E. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: systematic review. *American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics* 2010, 137, 462–476.

97. Westerlund A., Oikonomou C., Ransjö M., Ekestubbe A., Bresin A., Lund H. Cone-beam computed tomographic evaluation of the long-term effects of orthodontic retainers on marginal bone levels. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2017, 151, 1,74–81.
98. Wysokińska-Miszczuk J. Fizjoterapia jako leczenie wspomagające w terapii chorób przyzębia. X Międzynarodowe Sympozjum Fizykodiagnostyki i Fizjoterapii Stomatologicznej i Medycznej. Streszczenie 2018, 83–84.
99. Yu J.H., Huang H.L., Liu C.F., Wu J., Li Y.F., Tsai M.T., Hsu J.T. Does Orthodontic Treatment Affect the Alveolar Bone Density? *Medicine (Baltimore)* 2016, 95, 10, 18–24.
100. Zoizner R., Arbel Y., Yavnai N., Becker T., Birnboim-Blau G. Effect of orthodontic treatment and comorbidity risk factors on interdental alveolar crest level: A radiographic evaluation. *J Orthod Dento facia Orthop* 2018, 154, 3, 375–381.

11. Załącznik. Dokumentacja wybranych przypadków

Przypadek 1

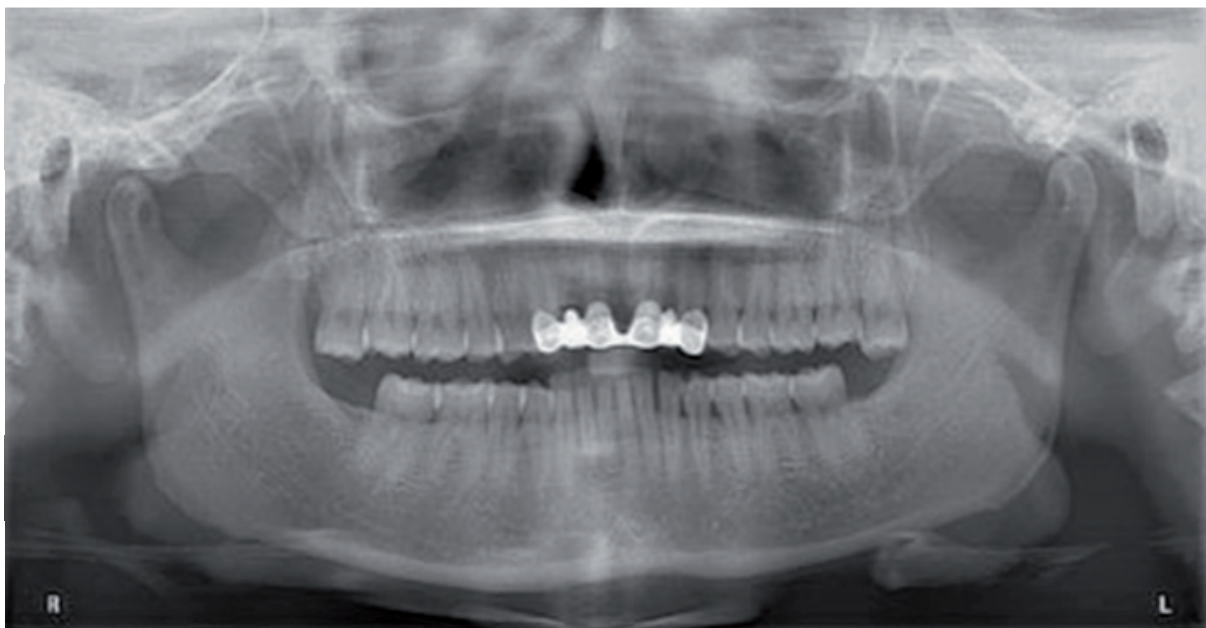
Płeć: kobieta.

Wiek w chwili rozpoczęcia leczenia: 35 lat.

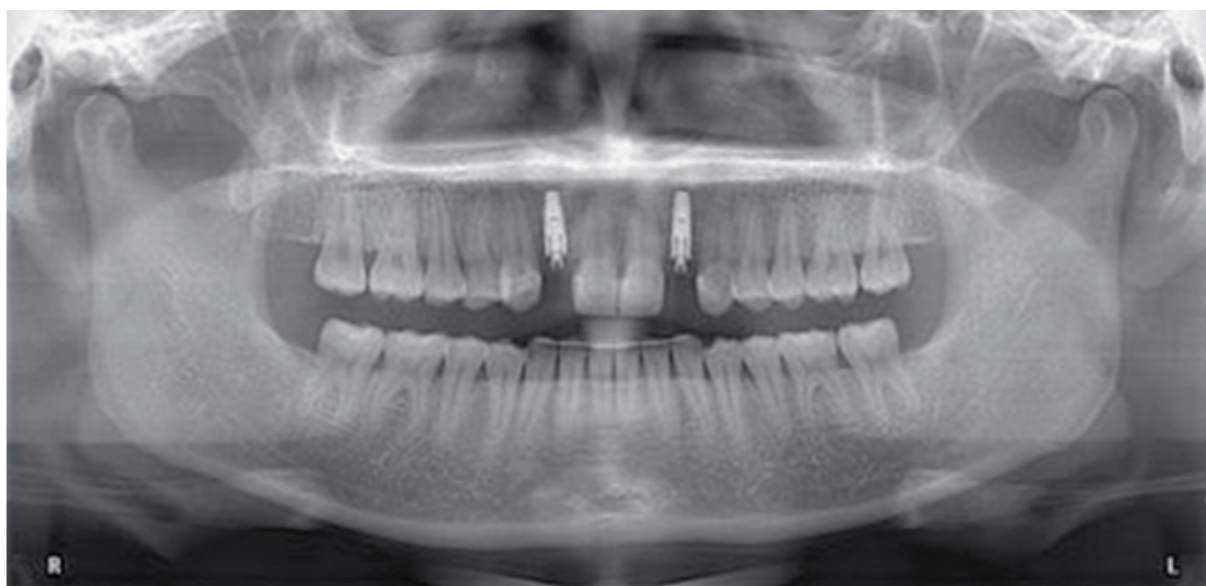
Rozpoznanie: tyłozgryz całkowity, II klasa Angle'a, słoczenie w łuku dolnym.

Czas leczenia: 34 miesiące.

Metoda leczenia: łuk prosty.



Rycina 4. Pantomogram w przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego (w czasie T0)



Rycina 5. Pantomogram po zakończonym leczeniu ortodontycznym (w czasie T1)

Tabela 74. Wartości parametru CEJ-AC dla każdej powierzchni zęba (dystalna, mezialna) w czasie T0 i T1 dla przypadku 1

Czas badania	Powierzchnia	48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38
T0	Dystalnie	-	2,92	2,82	2,71	2,42	2,01	1,63	2,21	1,89	1,7	1,07	1,6	2,29	3,75	2,71	-
	Mezialnie		3,35	3,26	2,98	2,4	1,91	2,21	1,89	1,89	1,89	1,04	1,96	2,3	3,25	3,11	
T1	Dystalnie	-	2,89	2,92	2,69	3,1	3,12	3,58	3,63	2,95	2,86	2,3	2,07	3,01	3,12	1,31	-
	Mezialnie		3,27	2,69	3,01	2,23	3,58	3,58	3,16	2,84	2,5	1,83	2,56	2,07	2,49	1,58	

Otrzymane wartości parametru CEJ-AC posłużyły do analiz opisowych i statystycznych.

Przypadek 2

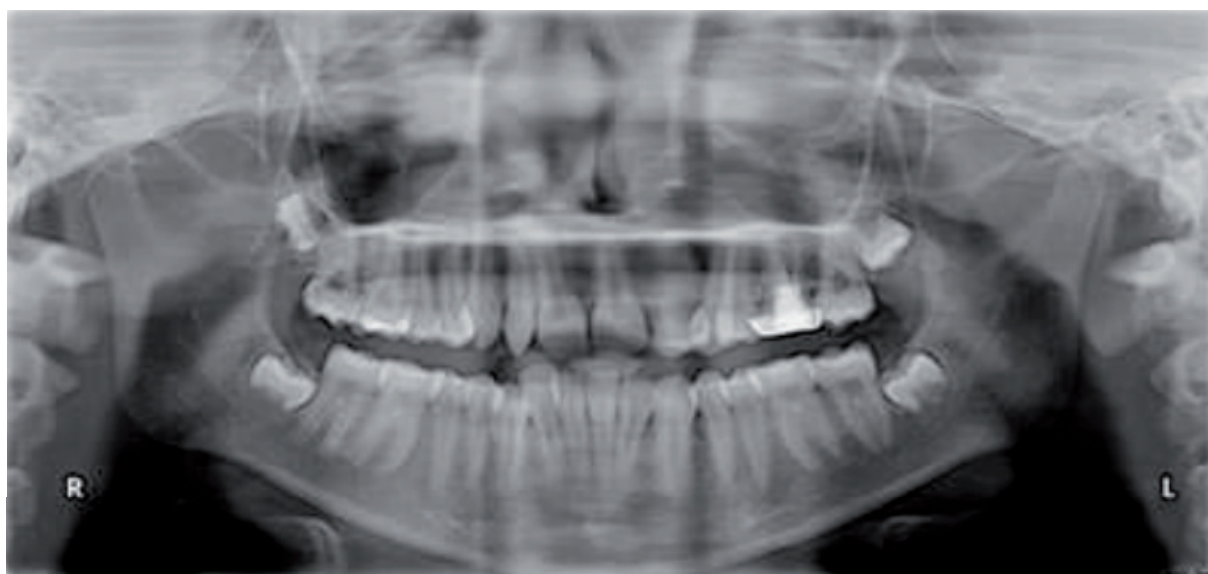
Płeć: mężczyzna.

Wiek w chwili rozpoczęcia leczenia: 19 lat.

Rozpoznanie: stłoczenie w łuku górnym i dolnym, I klasa Angle'a, niewielki nagryz pionowy.

Czas leczenia: 27 miesięcy.

Metoda leczenia: łuk prosty.



Rycina 6. Pantomogram w przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego (w czasie T0)



Rycina 7. Pantomogram po zakończonym leczeniu ortodontycznym (w czasie T1)

Tabela 75. Wartości parametru CEJ-AC dla każdej powierzchni zęba (dystalna, mezjalna) w czasie T0 i T1 dla przypadku 2; ND – nie do odczytu

Czas badania	Powierzchnia	48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38
T0	Dystalnie	+	2,54	1,65	1,16	0,87	1,63	2,39	2,03	2,53	2,46	1,86	2,05	1,45	1,84	4,28	+
	Mezjalnie		1,93	0,94	0,54	1,27	1,84	1,29	1,07	1,7	1,75	1,53	2,37	1,89	1,84	1,74	
T1	Dystalnie	+	3,09	2,09	1,42	1,61	2,45	ND	2,06	1,85	2,48	2,7	1,96	ND	3,81	4,69	+
	Mezjalnie		2,46	1,83	2,25	2,46	3,02	ND	2,42	2,2	2,48	2,61	2,6	ND	2,52	2,91	

Otrzymane wartości parametru CEJ-AC posłużyły do analiz opisowych i statystycznych.

12. Spis tabel

Tabela 1.	Patomechanizm rozwoju resorpcji w zależności od czynnika sprawczego	11
Tabela 2.	Liczebność parametrów w zależności od płci	24
Tabela 3.	Rozkład grupy badanej ze względu na płeć	24
Tabela 4.	Rozkład grupy badanej ze względu na wiek	24
Tabela 5.	Statystyka opisowa. Mediana. Minimum. Średnia. Dotyczy wieku pacjenta w chwili rozpoczęcia leczenia (T0) wyrażony w latach, czasu leczenia w miesiącach oraz badanego parametru CEJ-AC w milimetrach w czasie T0 i T1 dla powierzchni mezialnej i dystalnej każdego zęba	29
Tabela 6.	Statystyka opisowa. Kwartył dolny i górny. Maksimum. Odchylenie standardowe. Wiek w chwili rozpoczęcia wyrażony w latach. Czas leczenia w miesiącach. Parametr CEJ-AC w czasie T0 i T1 dla powierzchni mezialnej i dystalnej w milimetrach	31
Tabela 7.	Liczność grupy ze względu na płeć	33
Tabela 8.	Obecność zęba 48 w czasie T0 (rozpoczęcie leczenia)	33
Tabela 9.	Obecność zęba 48 w czasie T1 (zakończenie leczenia)	33
Tabela 10.	Obecność zęba 38 w czasie T0 (rozpoczęcie leczenia)	33
Tabela 11.	Obecność zęba 38 w czasie T1 (zakończenie leczenia)	34
Tabela 12.	Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 47 powierzchnia dystalna	34
Tabela 13.	Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 47 powierzchnia mezialna	34
Tabela 14.	Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 46 powierzchnia dystalna	34
Tabela 15.	Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 46 powierzchnia mezialna	35
Tabela 16.	Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 45 powierzchnia dystalna	35
Tabela 17.	Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 45 powierzchnia mezialna	35
Tabela 18.	Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 44 powierzchnia dystalna	35
Tabela 19.	Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 44 powierzchnia mezialna	35
Tabela 20.	Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 43 powierzchnia dystalna	36
Tabela 21.	Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 43 powierzchnia mezialna	36

Tabela 22.	Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 42 powierzchnia dystalna	36
Tabela 23.	Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 42 powierzchnia mezialna	36
Tabela 24.	Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 41 powierzchnia dystalna	36
Tabela 25.	Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 41 powierzchnia mezialna	37
Tabela 26.	Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 31 powierzchnia dystalna	37
Tabela 27.	Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 31 powierzchnia mezialna	37
Tabela 28.	Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 32 powierzchnia dystalna	37
Tabela 29.	Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 32 powierzchnia mezialna	37
Tabela 30.	Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 33 powierzchnia dystalna	38
Tabela 31.	Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 33 powierzchnia mezialna	38
Tabela 32.	Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 34 powierzchnia dystalna	38
Tabela 33.	Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 34 powierzchnia mezialna	38
Tabela 34.	Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 35 powierzchnia dystalna	38
Tabela 35.	Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 35 powierzchnia mezialna	39
Tabela 36.	Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 36 powierzchnia dystalna	39
Tabela 37.	Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 36 powierzchnia mezialna	39
Tabela 38.	Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 37 powierzchnia dystalna	39
Tabela 39.	Wyniki przedziałowe dla ± 1 mm. Ząb 37 powierzchnia mezialna	39
Tabela 40.	Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 47 powierzchnia dystalna	40
Tabela 41.	Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 47 powierzchnia mezialna	40
Tabela 42.	Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 46 powierzchnia dystalna	40
Tabela 43.	Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 46 powierzchnia mezialna	40
Tabela 44.	Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 45 powierzchnia dystalna	41
Tabela 45.	Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 45 powierzchnia mezialna	41
Tabela 46.	Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 44 powierzchnia dystalna	41
Tabela 47.	Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 44 powierzchnia mezialna	41
Tabela 48.	Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 43 powierzchnia dystalna	41
Tabela 49.	Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 43 powierzchnia mezialna	42
Tabela 50.	Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 42 powierzchnia dystalna	42
Tabela 51.	Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 42 powierzchnia mezialna	42
Tabela 52.	Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 41 powierzchnia dystalna	42
Tabela 53.	Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 41 powierzchnia mezialna	42
Tabela 54.	Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 31 powierzchnia dystalna	43
Tabela 55.	Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 31 powierzchnia mezialna	43

Tabela 56. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 32 powierzchnia dystalna	43
Tabela 57. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 32 powierzchnia mezjalna	43
Tabela 58. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 33 powierzchnia dystalna	43
Tabela 59. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 33 powierzchnia mezjalna	44
Tabela 60. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 34 powierzchnia dystalna	44
Tabela 61. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 34 powierzchnia mezjalna	44
Tabela 62. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 35 powierzchnia dystalna	44
Tabela 63. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 35 powierzchnia mezjalna	44
Tabela 64. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 36 powierzchnia dystalna	45
Tabela 65. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 36 powierzchnia mezjalna	45
Tabela 66. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 37 powierzchnia dystalna	45
Tabela 67. Wyniki przedziałowe dla $\pm 0,5$ mm. Ząb 37 powierzchnia mezjalna	45
Tabela 68. Zmiana parametru CEJ-AC na skutek leczenia w całej badanej grupie w czasie T0 i T1 przedstawiona jako różnica \pm delta. Test T dla prób zależnych. Różnice zaznaczone gwiazdką są istotne statystycznie z $p < 0,05$	48
Tabela 69. Zmiana parametru CEJ-AC na skutek leczenia w grupie kobiet w czasie T0 i T1 przedstawiona jako różnica \pm delta. Test T dla prób zależnych. Różnice zaznaczone gwiazdką są istotne statystycznie z $p < 0,05$	52
Tabela 70. Zmiana parametru CEJ-AC na skutek leczenia w grupie mężczyzn w czasie T0 i T1 przedstawiona jako różnica \pm delta. Test T dla prób zależnych. Różnice zaznaczone gwiazdką są istotne statystycznie z $p < 0,05$	55
Tabela 71. Współczynnik korelacji między dwoma zmiennymi: czasem leczenia a średnią wielkością zmiany badanego parametru CEJ-AC w czasie T0 i T1. Współczynnik korelacji jest istotny $p < 0,050$	56
Tabela 72. Współczynnik korelacji między dwoma zmiennymi: wiekiem pacjenta w chwili rozpoczęcia leczenia a średnią wielkością zmiany badanego parametru CEJ-AC w czasie T0 i T1. Współczynnik korelacji jest istotny $p < 0,05$	58
Tabela 73. Porównanie uśrednionych wyników badaczy: Konopka, Górniak, Gonciarz jako przyczynek do dyskusji.	63
Tabela 74. Wartości parametru CEJ-AC dla każdej powierzchni zęba (dystalna, mezjalna) w czasie T0 i T1 dla przypadku 1	85
Tabela 75. Wartości parametru CEJ-AC dla każdej powierzchni zęba (dystalna, mezjalna) w czasie T0 i T1 dla przypadku 2; ND – nie do odczytu	86

13. Spis rycin

Rycina 1.	Suwmiarka elektroniczna Dexter Digital Caliper	25
Rycina 2.	Schematyczne przedstawienie metody pomiaru	26
Rycina 3.	Schematyczne przedstawienie metody pomiaru na zdjęciu pantomograficznym . .	27
Rycina 4.	Pantomogram w przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego (w czasie T0) . .	84
Rycina 5.	Pantomogram po zakończonym leczeniu ortodontycznym (w czasie T1). . . .	84
Rycina 6.	Pantomogram w przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego (w czasie T0) . .	85
Rycina 7.	Pantomogram po zakończonym leczeniu ortodontycznym (w czasie T1). . . .	86