

UNIWERSYTET MEDYCZNY IM. PIASTÓW ŚLĄSKICH WE WROCŁAWIU



Magdalena Głowala

***Ocena porównawcza czasu zamknięcia luki poekstrakcyjnej
po pierwszym zębie trzonowym w żuchwie przy wykorzystaniu
różnych metod zakotwienia przy mezjalizacji drugiego zęba
trzonowego***

Rozprawa na stopień doktora nauk medycznych

Promotor:
prof. dr hab. Marcin Mikulewicz

WROCŁAW 2022

Serdeczne podziękowania składam

*Panu prof. dr. hab. Marcinowi Mikulewiczowi
za wszelką życzliwość, cenne rady i pomoc podczas pisania tej pracy*

*Calej mojej Rodzinie i Przyjaciółom,
a w szczególności Mężowi Michałowi za
wielką miłość, codzienną pomoc, cierpliwość
i mobilizowanie mnie do pisania tej pracy*

*Pracę tę dedykuje dr n. med. Magdalenie Zalwert-Zajęc,
która od początku mojej drogi zawodowej zawsze mnie wspierała*

Skróty użyte w pracy

M	średnia arytmetyczna
SD	odchylenie standardowe
v	prędkość zamykania luki poekstrakcyjnej, (mm/miesiąc)
p	poziom istotności testu
TAD	Temporary Anchorage Devices
MI	miniimplanty ortodontyczne
MIH	hipomineralizacja trzonowcowo - siekaczowa
MIM	malfolmacja trzonowcowo – siekaczowa
CBCT	Cone Beam Computed Tomography – tomografia wiązki stożkowej
S	punkt <i>sella</i>
N	punkt nasion
A	punkt A wg Downsa (subspinale)
B	punkt B wg Downsa (supramentale)
Go	punkt gonion
Gn	punkt gnathion
NA	linia wyznaczona przez punkty N i A
NB	linia wyznaczona przez punkty N i B
SN	linia wyznaczona przez punkty S i N
GoGN	linia wyznaczona przez punkty Go i GN
SNA	kąt zawarty pomiędzy liniami SN i NA
SNB	kąt zawarty pomiędzy liniami SN i NB
ANB	kąt zawarty pomiędzy Liniami NA i NB
SNGoGn	kąt zawarty pomiędzy liniami SN a GoGN
1:1	kąt międzysieczny
U1:NA	kąt inklinacji górnych siekaczy
L1:NB	kąt inklinacji dolnych siekaczy
L1:GoGn	kąt wychylenia dolnych siekaczy

Spis treści

1. Wstęp.....	6
2. Przegląd piśmiennictwa.....	9
2.1. Wskazania do ekstrakcji pierwszego trzonowca w żuchwie.....	9
2.2. Czynniki predysponujące do wprowadzenia trzeciego trzonowca do łuku zębowego .	11
2.3. Ocena ilości kości w luce poekstrakcyjnej.....	13
2.4. Zakotwienie zębowe a zakotwienie szkieletowe.....	14
2.5. Postępowanie po zamknięciu luki poekstrakcyjnej.....	17
2.6. Porównanie zakotwienia szkieletowego z innymi rodzajami zakotwienia	18
3. Cel badania	20
4. Materiał i metody	21
4.1. Materiał	21
4.2. Metody	24
4.2.1. Grupa posiadająca zakotwienie szkieletowe / mikropimplant	25
4.2.2. Grupa posiadająca zakotwienie zębowe.....	26
4.3. Metody statystyczne	28
4.4. Analiza zdjęcia panoramicznego.....	28
4.5. Analiza zdjęć cefalometrycznych.....	30
5. Wyniki.....	38
5.1. Wyniki ankiety włączającej do projektu badawczego	38
5.2. Wyniki analizy zdjęcia panoramicznego.....	46
5.3. Wyniki analizy zdjęcia cefalometrycznego.....	49
5.4. Całkowity czas zamknięcia luki w grupach różniących się rodzajem zakotwienia	58
5.5. Efekty uboczne i działania niepożądane	60
6. Dyskusja	63
6.1. Najczęstsze przyczyny braku zębowego oraz efekt wprowadzenia trzeciego zatrzymanego trzonowca do łuku zębowego.....	63
6.2. Porównanie wyników całkowitego czasu zamknięcia luki w grupach różniących się rodzajem zakotwienia oraz jednostajności ruchu zębów w obu grupach badawczych.....	64
6.3. Wpływ wieku i płci pacjenta na czas całkowitego zamknięcia się luk poekstrakcyjnych podczas mezjalizacji trzonowców	67
6.4. Zależność czasu, jaki minął od wykonania ekstrakcji do momentu rozpoczęcia mezjalizacji, na szybkość zamykania się luki	68
6.5. Pierwotne położenie trzeciego trzonowca przed rozpoczęciem mezjalizacji a efekt wprowadzenia go do łuku zębowego	69
6.6. Wpływ diety i zastosowanej suplementacji oraz aktywności fizycznej na szybkość mezjalizacji.....	70

6.7. Równoległość korzeni zębów trzonowych i drugiego przedtrzonowca w ocenie radiologicznej	71
6.8. Zastosowanie sprężyn NiTi zamkniętych jako źródła stałej siły oraz zależność mezializacji w obu grupach na powstawanie resorpcji korzeniowych.....	72
6.9. Zmiany zaobserwowane w analizie cefalometrycznej w obu grupach badawczych.....	74
7. Wnioski	77
8. Streszczenie	79
8.1. Streszczenie w języku polskim	79
8.2. Streszczenie w języku angielskim.....	81
9. Piśmiennictwo	85
10. Spis rycin i tabel.....	97
11. Dokumentacja wybranych przypadków	101
11.1. Dokumentacja radiologiczna i fotograficzna pacjenta z grupy z zakotwieniem szkieletowym (mezializacja w oparciu o mikroimplant)	101
11.2. Dokumentacja radiologiczna i fotograficzna pacjenta z grupy z wykorzystaniem zakotwienia zębowego	109

1. Wstęp

Na przełomie ostatnich lat obserwujemy coraz większe zainteresowanie pacjentów dorosłych leczeniem ortodontycznym. Piękny uśmiech z rzędem białych i równych zębów stał się symbolem nie tylko zdrowia, ale też atrakcyjności fizycznej oraz wysokiego statusu społecznego. Pacjenci są bardziej świadomi, nie tylko istniejących przy wadach zębowych zaburzeń estetycznych, ale też zaburzeń zgryzu oraz mięśniowo-czynnościowych. Wraz z coraz większą ilością osób trafiających do gabinetu lekarz ortodonta spotyka się z różnego rodzaju komplikacjami i powikłaniami po leczeniu przeprowadzonym w przeszłości np. nieudanym leczeniu endodontycznym lub z lukami międzyzębowymi po usunięciu pierwszych trzonowych z powodu dużego zniszczenia próchnicowego tkanek twardych w wieku młodocianym.

Przy brakach zębowych, szczególnie jednostronnych, dochodzi do migracji zębów w kierunku luki poekstrakcyjnej oraz przesunięcia linii pośrodkowej. W żuchwie wyróżniamy przesunięcie linii spowodowane tylko i wyłącznie migracją zębów nazywane przesunięciem zębowym linii pośrodkowej, a także przesunięcie całej żuchwy czyli boczne czynnościowe przemieszczenie żuchwy w prawo lub w lewo. W tym drugim przypadku najczęściej pacjentowi towarzyszą zaburzenia funkcji układu mięśniowo-stawowego narządu żucia spowodowane niesymetryczną pracą głów stawów skroniowo-żuchwowych (Zadurska M. 2005). Objawami klinicznymi, które obserwują pacjenci przy asymetrycznej pracy stawów są dolegliwości bólowe w obrębie twarzoczaszki i głowy, zaburzenia ruchomości żuchwy, objawy dźwiękowe w stawach skroniowo-żuchwowych podczas ruchów żuchwy, czy objawy w sąsiednich narządach, takie jak: ból ucha, szumy uszne, wysadzanie gałki ocznej i in. (Majchrzak K. 2011).

Gdy łuk zębowy jest pełny, obecne są wszystkie zęby dolne łącznie z trzecimi trzonowcami, często występują u pacjentów dorosłych stłoczenia. Literatura nazywa stłoczenia w przednim odcinku żuchwy, powstałe w wieku od siedemnastu do dwudziestu lat i później, stłoczeniami trzeciorzędowymi. Proces tworzenia się stłoczeń może nasilać się do trzydziestego roku życia, a nawet dłużej. Występują one zarówno u osób nigdy nie leczonych ortodontycznie oraz u tych, które były leczone i zakończył się u nich okres retencji. Little uważa to za zjawisko typowe i podaje, że z racji tego, iż długość i szerokość łuku zębowego ulega redukcji, wraz z wiekiem pojawiają się stłoczenia trzeciorzędowe (Little RM. 1981, 1989, 1990). Niektórzy autorzy sugerują związek ich powstania z obecnością zatrzymanych zębów ósmych, ponieważ czas ich powstania przypada na okres wyrzynania tychże zębów.

Nie ma zgodności wśród badaczy w stosunku do tej tezy. Lindqvist i Thilander w swoich badaniach wykazali zależność pomiędzy wyrzynaniem trzecich trzonowców, a powstaniem stłoczeń trzeciorzędowych. Dowiedli, że u 70% badanych po stronie łuku zębowego po której usunięto niewyrzynięte trzecie trzonowce, występowały mniejsze stłoczenia, niż po stronie, gdzie pozostawiono trzecie trzonowce bez ekstrakcji (Lindqvist B. 1982). Z kolei Kaplan stwierdził, iż nieprawdopodobne jest, aby wyrzynające się zęby mądrości mogły wygenerować aż tak dużą siłę mezjalną w kierunku sąsiednich zębów (Kaplan RG. 1974). Obecnie uważa się, że za powstawanie stłoczeń trzeciorzędowych w żuchwie może odpowiadać późny wzrost żuchwy o charakterze anteriorotacji. Przy wzroście trzonu żuchwy zęby dolne napotyka opór zębów górnych i dochodzi do ich tłoczenia (Siatkowski RE. 1974). Aby ograniczyć stłoczenia, lekarz decyduje się na ekstrakcje zatrzymanych zębów mądrości, który zabieg sam w sobie jest interwencją bolesną, wiążąca się z dużym ryzykiem powikłań takich jak porażenie nerwu zębodołowego dolnego, ból pozabiegowy, obrzęk, szczękoscisk.

Rozładowanie stłoczeń w kierunku dotylnym jest ruchem niezwykle trudnym do uzyskania i może wymagać dodatkowego zakotwienia w postaci zakotwienia szkieletowego, np. wszczepienia TAD w okolice zatrzonowcową. Ze względu na obecność dużej ilości ruchomej błony śluzowej tej okolicy, wprowadzenie pod odpowiednim kątem i utrzymanie wszczepu w tej okolicy bywa problematyczne (ruchoma błona śluzowa potrafi obrastać TAD, prowadząc do jego zarastania). U pacjentów, u których stwierdza się pierwsze zęby trzonowe z dużą utratą tkanek twardych kwalifikujące się do przeprowadzenia skomplikowanego leczenia endodontycznego, np. pod mikroskopem, z zmianami zapalnymi tkanek okołowierzchołkowych oraz wymagające wykonania kosztownych rekonstrukcji protetycznych tymczasowych i ostatecznych, warto rozważyć ekstrakcje tych zębów, gdy dodatkowo występują prawidłowej wielkości i kształtu zatrzymany ząb trzeci trzonowy z prawidłowym torem wyrzynania. Wszczep w postaci mikroimplantów stosowany w przypadku mezjalizacji trzonowców w żuchwie najczęściej zlokalizowany jest w okolicy pomiędzy korzeniami drugiego i pierwszego przedtrzonowca ze względu na warunki anatomiczne, odpowiednią ilość i grubość blaszki kortykałnej i dużą odległość pomiędzy korzeniami przedtrzonowców. Jest to miejsce, które łatwo jest pacjentowi oczyszczać, błona śluzowa tej okolicy jest nieruchoma, nie obrasta tym samym główki śruby, przez co można bez problemu mocować do niej elementy dodatkowe. Dodatkowo w tym miejscu łatwo o uzyskanie odpowiedniego toru wprowadzania wszczepu.

Mezjalizację drugiego i trzeciego trzonowca rozważamy w dwóch przypadkach klinicznych, kiedy z różnych względów chcemy uniknąć wszczepu implantu zębowego. W pierwszym przypadku: jeżeli ząb pierwszy trzonowy został z różnych przyczyn usunięty w przeszłości przed podjęciem decyzji o mezjalizacji, należy w ocenić: poziom kości bezzębnego wyrostka, stan przyzębia, szczególnie przy z drugim zębem przedtrzonowym i trzonowym, oraz kształt, wielkość i położenie zęba trzeciego trzonowego. Nieocenioną wartość diagnostyczną podczas tej oceny, oprócz badania fizykalnego wewnątrzustnego mają zdjęcia panoramiczne oraz CBCT. Natomiast jeżeli podczas planowania leczenia ortodontycznego pojawiają się następujące składowe, takie jak: zatrzymane ósemki w żuchwie, stłoczenia w łuku dolnym, słabo rokujący ząb pierwszy trzonowy (np. po nieprawidłowo przeprowadzonym leczeniu zachowawczo-endodontycznym, lub ząb z zmianą zapalną tkanek okołowierzchołkowych) i dodatkowo wychylenie siekaczy dolnych, warto rozważyć ekstrakcje pierwszych dolnych trzonowców i podjąć próbę zamknięcia luki.

2. Przegląd piśmiennictwa

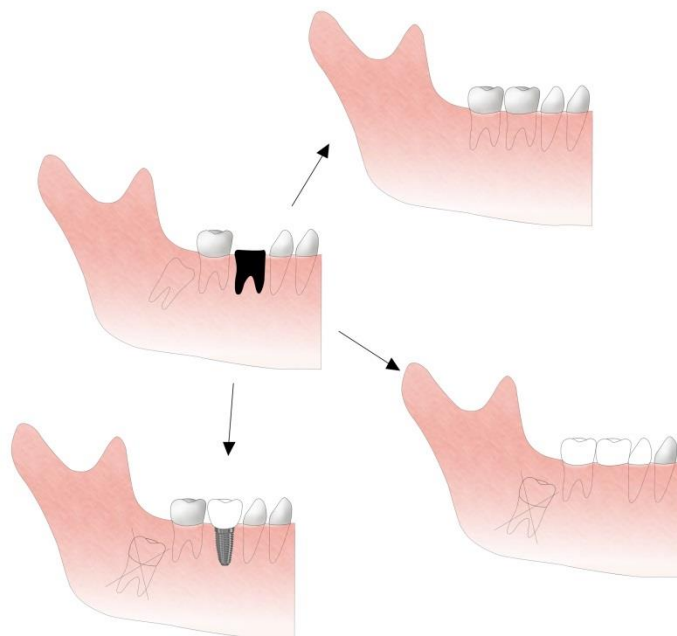
2.1. Wskazania do ekstrakcji pierwszego trzonowca w żuchwie

Pierwsze zęby trzonowe są zębami, które często ulegają zniszczeniu próchnicowemu lub objęte zostają chorobami przyzębia (Chhibber A. 2015, Nagaraj K. 2008) z uwagi na to, że pojawiają się one jako jedne z pierwszych zębów stałych, wtedy gdy młodociany pacjent nie jest jeszcze tak sprawny manualnie, by utrzymać odpowiednią higienę. Rodzice dzieci w wieku przedszkolnych/wczesnoszkolnym nie kontrolują już swoich dzieci podczas mycia zębów oraz nie zwracają uwagi na metodę szczotkowania i jej skuteczność. Dzieci w tym wieku nie mają wystarczającej świadomości higienicznej, oraz że należy je ciągle motywować do poprawnej profilaktyki (Nijakowski K. 2015). Dodatkowo pierwsze trzonowce posiadają głębokie bruzdy, które jeżeli nie zostaną odpowiednio szybko zabezpieczone lakiem szczelinowym, zostają zajęte przez bakterie próchnicotwórcze. Sprzyja temu procesowi mała ilość zębiny, płytkie położenie komory zęba oraz nieprawidłowa, kariogenna dieta. Następstwem szybkiego i agresywnego rozwoju próchnicy jest stan zapalny miazgi prowadzący do rozwoju patologii tkanek okołowierzchołkowych i kończący się albo leczeniem endodontycznym zęba z najczęściej niedokończonym rozwojem korzenia, albo, przy bardziej zaawansowanym stanie zniszczeniem dużej ilości tkanek twardych zęba, nawet jego ekstrakcją. Badania przeprowadzone w szpitalach w Wielkiej Brytanii pokazują, że to właśnie próchnica jest najczęstszą przyczyną ekstrakcji pierwszych stałych zębów trzonowych - aż w 89% przypadków (Albadri S. 2007), na drugim miejscu jest hipomineralizacja trzonowcowo-siekaczową (MIH) szkliwa. Inne przyczyny wczesnej utraty pierwszych trzonowców to choroby przyzębia, zaburzenia wyrzynania i malfolmacja trzonowcowo-siekaczowa (MIM) (Mathu-Muju KR.2016).

Wieloletni brak pierwszego trzonowca w żuchwie skutkuje nachyleniem dojęzykowym i mezjalizacją drugiego trzonowca (Chhibber A. 2015), wyrzynaniem pierwszego zęba trzonowego górnego do płaszczyzny zgryzu, powstaje słaby kontakt międzyzębowy, nieprawidłowy kontur dziąsła, zredukowana ilość kości międzykorzeniowej, obecność kieszeni kostnych (Thilander B. 1973). Nachylenie dojęzykowe zębów drugich trzonowych postępuje w miarę upływu czasu ze względu na cieńszą blaszkę zębodołową od strony językowej niż policzkowej, co w konsekwencji może spowodować powstanie zgryzu przewieszonoego. Efekt Godona pierwszego górnego trzonowca sprawia, że jest on przeszkodą zgryzową uniemożliwiającej drugiemu dolnemu przedtrzonowcowi ruch mezjalny, a co za

tym idzie, jeszcze silniejsze jego nachylenie w kierunku powstałej luki (Williams JK. 2003). Brak zębowy może zostać uzupełniony przez wykonanie odbudowy protetycznej (implant lub most), ale dopiero po zakończonym rozwoju pacjenta, czyli około 18 roku życia (Chhibber A. 2015, Nagaraj K. 2008).

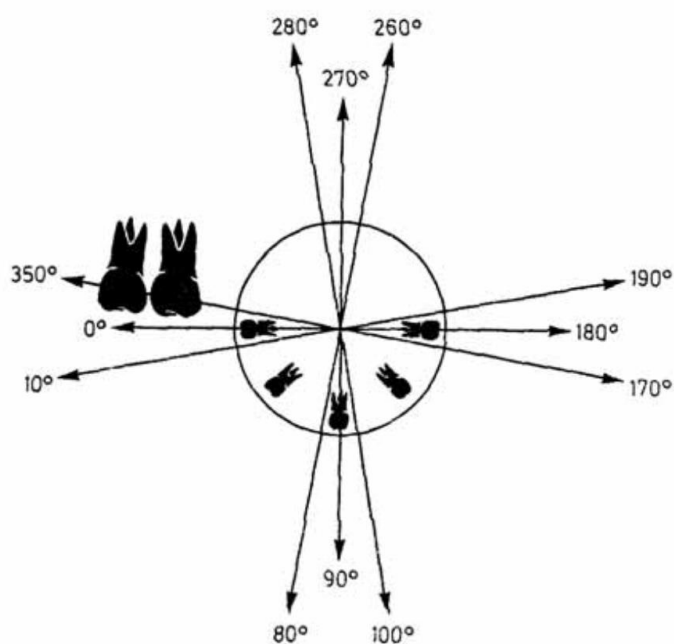
Przy planowaniu leczenia ortodontycznego w przypadku, gdy pierwszy ząb trzonowy żuchwy jest obecny w jamie ustnej, ale jego tkanki twarde są tak zniszczone i osłabione przez wielokrotne odbudowy lub leczenie kanałowe, trzeba mieć na uwadze, że obciążenie siłami ortodontycznymi daje niepewne rokowanie co do jego długoterminowego przetrwania w jamie ustnej. Gdy na kontrolnym zdjęciu panoramicznym widoczne są zatrzymane całkowicie lub częściowo zęby trzecie trzonowe, wtedy brana jest pod uwagę ekstrakcja pierwszych trzonowców i zamknięcie powstałej luki przez mezjalizację pozostałych dwóch zębów. Jest to rozwiązanie korzystne u pacjentów, u których trzecie trzonowce żuchwy i tak kwalifikowałyby się do ekstrakcji z powodu braku miejsca w łuku. Pomimo dłuższego czasu leczenia potrzebnego do zamknięcia powstałej luki poekstakcyjnej, pacjenci, nawet w wieku dorosłym decydują się na to rozwiązanie. Badania pokazują, że wolą wybrać to rozwiązanie, zamiast wykonywać kosztowną odbudowę protetyczną lub ze strachu przez zabiegiem chirurgicznym (Zimmer B. 2002).



Ryc. 1. Możliwości postępowania z luką poekstakcyjną po usunięciu pierwszego trzonowca w żuchwie. Rycina własna

2.2. Czynniki predysponujące do wprowadzenia trzeciego trzonowca do łuku zębowego

Przy planowaniu leczenia należy ocenić kształt trzeciego trzonowca i określić, czy może on z powodzeniem zastąpić drugi trzonowiec dolny (musi on być pełnowymiarowym zębem trzonowym, ząb szczątkowy nie wypełni szczelnie łuku zębowego) (Türköz C. 2013). Ze względu na szeroką różnorodność kształtu korzeni, rozmiaru korony, położenia, rozwoju i wzoru wyrzynania w porównaniu z innymi zębami oraz brak ilości miejsca w wyrostku zębodołowym ulegają one bardzo często zatrzymaniu (częściowemu lub całkowitemu) (Türköz C. 2013, Celikoglu M. 2010). Największe problemy pojawiające się w następstwie ich zatrzymania to infekcje (okołokoronowe), trudności przy chirurgicznym usuwaniu zatrzymanego zęba, próchnica drugiego trzonowca, resorpcja korzeni drugiego trzonowca, stłoczenia wtórne, kieszenie kostne pomiędzy korzeniami sąsiadujących zębów. Tetsch i Wagner wyróżnili następujące typy zatrzymania trzecich trzonowców: retencję pionową (I), retencję poziomą mezialnokątową (IIa), retencję poziomą dystalnokątową (IIb), retencję skośną (III) i retencję z przemieszczeniem. (Zawilska A. 2007). Analiza obrazów rentgenowskich przeprowadzona w tym samym badaniu wykazała, że w żuchwie dominuje typ II a, skośny mezialnokątowy.



Ryc. 2. Typy zatrzymania zębów mądrości w żuchwie (strona lewa) wg Tetscha i Wagnera

Na zdjęciu pantomograficznym położenie trzeciego zatrzymanego zęba trzonowego można wyrazić poprzez kąt zawarty pomiędzy długą osią zęba a płaszczyzną zgryzu:

- retencja pionowa: od $+80^\circ$ do $+100^\circ$;
- retencja mezialnokątowa: od $+10^\circ$ do $+80^\circ$;
- retencja dystalnokątowa: od $+100^\circ$ do $+170^\circ$;
- poziome położenie zęba: od $+350^\circ$ do $+10^\circ$ oraz od $+170^\circ$ do $+190^\circ$.

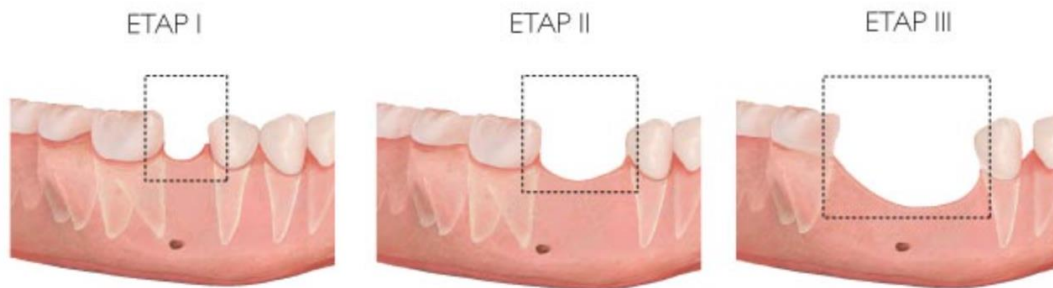
Przy mezjalizacji drugiego trzonowca najczęściej występuje samoistne wyrzynanie trzeciego trzonowca (Baik UB. 2016), nawet u pacjentów u których skok wzrostowy zakończył się. W badaniach wartościami wziętymi pod uwagę przy ocenie możliwości wyrznięcia zatrzymanego trzeciego trzonowca były: wiek pacjenta, płeć, stadium Nolla, kąty zawarte pomiędzy długą osią zatrzymanego zęba a długą osią drugiego trzonowca, płaszczyzną żuchwy i płaszczyzną okluzyjną. Wszystkie te wskaźniki nie wykazywały istotnej statystycznie różnicy jeżeli chodzi o pionowe, samoistne wyrzynanie zatrzymanych zębów przy mezjalizacji drugich trzonowców, w porównaniu z grupą kontrolną, w której znajdowali się pacjenci z zatrzymanymi trzecimi trzonowcami, ale bez braków zębowych w żuchwie. Natomiast według tych samych badań (Baik UB. 2016) występuje istotna statystycznie różnica, jeżeli chodzi o głębokość położenia w kości zatrzymanego zęba a czas trwania leczenia. Z drugiej strony krótszy dystans od guzka dystalnego zatrzymanego zęba do powierzchni okluzyjnej nie wykazywał dużych zmian przy czasie samoistnego wyrzynania. Możliwe jest, że działa się tak dlatego, że najwyższy punkt korony zęba ulegał zmianie, gdy zmieniał się kąt nachylenia trzeciego trzonowca przy wyrzynaniu. Według badań De-la-Rossa-Gay i wsp. (De-la-Rossa-Gay C. 2006), przeprowadzonych na pacjentach w wieku 11-23 lat, coraz bardziej zaawansowany wiek i stadium Nolla zapobiegają spontanicznemu wyrzynaniu trzecich trzonowców, a pomiędzy 18 a 21 rokiem życia przestrzeń dla trzeciego trzonowca nie ulega już znaczącej rozbudowie (De-la-Rossa-Gay C. 2010). Bezdyskusyjna jest natomiast konieczność obecności dostatecznej ilości miejsca pomiędzy gałęzią żuchwy (przestrzeń zatrzonowcowa) a drugim trzonowcem. Dlatego właśnie kąt pomiędzy długą osią zatrzymanego zęba a powierzchnią okluzyjną nie jest tak istotny statystycznie, ponieważ przy dużej protrakcji drugiego trzonowca nawet poziomo położone ósemki mają możliwość wyrznięcia (Baik UB. 2016).

2.3. Ocena ilości kości w luce poekstrakcyjnej

Mezjalizacja drugiego trzonowca w lukę po pierwszym trzonowcu żuchwy jest możliwa tylko wtedy, gdy występuje odpowiednia ilość kości oraz prawidłowa linia dziąsła bezzębego obszaru wyrostka. Ten krytyczny czynnik brany jest pod uwagę przy planowaniu leczenia. Ponadto trzeba pamiętać o tym, że kość wyrostka żuchwy jest kością zbitą i przesuwanie w nią dwukorzeniowego zęba trzonowego, który ma duże wymiary, szczególnie w przestrzeni językowo-policzkowej, wymaga czasu (Hyun JM. 2010, Urias D. 2005). Park i wsp. ustalili w swoich badaniach, że żuchwa jest kością, która charakteryzuje się dużą gęstością blaszki zbitej i dodatkowo zwiększa się ona od siekaczy w kierunku zatrzonowcowym (Park HS. 2008).

Gdy ząb drugi trzonowy był usuwany na kilka lat przed planowanym leczeniem ortodontycznym, kość wyrostka zębodołowego uległa zanikowi. Jest to zgodne z prawem Wolffa, które mówi o tym, że każdej zmianie funkcji tkanki kostnej wyrostka zębodołowego towarzyszy zmiana wewnętrznej i/lub zewnętrznej architektury (Wolff J. 1986). Zmienia się nie tylko budowa kości, ale również jej właściwości mechaniczne. Obciążenia bądź ich brak mają wpływ na masę tkanki kostnej, następuje jej zanik w miejscach, gdzie siła nie występuje, jak np. w przypadku utraty zęba oraz apozycja w miejscu, gdzie działają zwiększone siły np. żucia. Niektóre badania dowodzą, że przesuwanie zębów w rejon bezzębny powodują samoistną przebudowę tkanki kostnej, bezzębny wyrostek powiększa swoje rozmiary zazwyczaj w wymiarze szerokości i wysokości (Eliasova P. 2014, Bimstein E. 1990). Gdy brak zęba utrzymuje się dłuższy czas, wyrostek ulega coraz większej atrofii, jednak działając stałą, ciągłą i słabą siłą np. mezjalizującą, można spowodować modelowanie się kości wyrostka zębodołowego wywołaną obciążeniem. Ząb przesuwa się razem z otaczającą go kością i zauważalna jest zmiana kształtu i rozmiaru zanikłego wyrostka. To zjawisko opisał m. in. Fontenelle. Zwracał on uwagę na to, że oprócz niewielkiej siły powinien być również ten sam punkt jej przyłożenia (Fontenelle A. 1997). Barron i Bogdan sugerowali, na podstawie obserwacji swoich przypadków klinicznych, że przez boczną translację językowych i policzkowych blaszek kostnych następuje zwiększenie wymiaru poprzecznego wyrostka zębodołowego. Następowало przy tym ruchu modelowanie kości (nawet u osób dorosłych) pod wpływem obciążenia, gdzie komponenta boczna siły jest przenoszona z zębów na wyrostek (Barron TM. 2017). Dlatego mezjalizację drugich trzonowców planować można nawet u pacjentów, którzy utracili wcześniej pierwszego

trzonowca, a nie tylko u tych, których ekstrakcję zaplanowano bezpośrednio przed leczeniem ortodontycznym.



Ryc. 3. Kolejne etapy zaniku kości wyrostka zębodołowego. Brak zęba powoduje defekt kostny, utratę sąsiedniego zęba, zaburzenia funkcji żucia a nawet rysów twarzy. Źródło: www.dental-depot.com

Bezzębny zanikły wyrostek występuje u pacjentów, u których obserwujemy wrodzony brak zawiązka zębowego/zawiązków zębowych (hipodoncja, oligodoncja), a zęby mleczne zostały utracone albo na skutek resorpcji korzeni, albo próchnicy (Kuroda S. 2014). Dlatego zwraca się uwagę, aby wykonać jak najwcześniejszą diagnostykę potwierdzającą brak zawiązka zęba stałego, co pozwoli na jak najdłuższe utrzymanie jednoimiennego zęba mlecznego w jamie ustnej, tak by odpowiednia ilość kości wyrostka zębodołowego oraz dziąsła brzeżnego została utrzymana. Hipodoncja/oligodoncja najczęściej dotyczy innych zębów niż pierwsze stałe trzonowce np. drugie przedtrzonowce, siekacze boczne górne, kły.

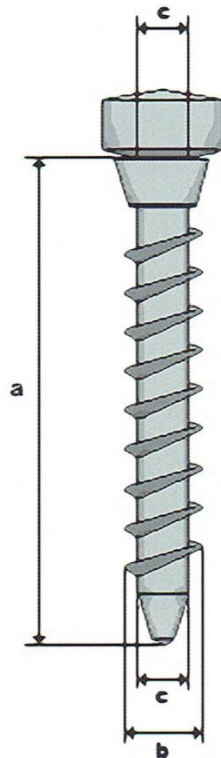
2.4. Zakotwienie zębowe a zakotwienie szkieletowe

Zakotwienie potrzebne do mezjalizacji zębów tylnych to takie, które powoduje ruch translacyjny trzonowca jak po szynie, przy jednoczesnym braku przemieszczania się zębów przednich (NingM. 2015). Zęby trzonowe w żuchwie mają dużą powierzchnię korzenia wynoszącą ok 500 mm² w porównaniu z powierzchnią korzenia przedtrzonowców, która wynosi odpowiednio 240 mm². Czysta translacja jest ruchem, który trudno jest klinicznie otrzymać. Duży stosunek momentu siły do siły ($M/F > 10:1$) zastosowany na zębach tylnych powoduje przemieszczenie osiowe lub ruch korzenia zębów przesuwanych, zapobiega natomiast nachylaniu się zębów kotwiących. Najczęściej dodatkowo jako efekt niepożądany pojawia się nachylenie zęba. Przy translacji centrum rotacji leży w nieskończoności, a siła przyłożona działa dokładnie przez środek ciężkości. Z kolei mały stosunek momentu siły do siły ($M/F < 10:1$) uzyskiwany na zębach przednich powoduje ich nachylenie. (Kuhlberg AJ. 2001, Rajcich MM. 1997). Przy translacji dochodzi do ucisku większej powierzchni ozębnej

niż przy nachyleniu, dlatego siła zastosowana do uzyskania przemieszczenia równoległego powinna być na poziomie 70-120 gram (Proffit WR. 1994). Zamykanie szpary poekstrakcyjnej tylko w oparciu o łuk zębowy sprawia, że zostaje osiągnięty w większości ruch translacyjny korony i korzenia, jednak zawiera on niewielką komponentę wydłużania i nachylenia przesuwanego trzonowca; dodatkowo siekacze ulegają retrakcji. (Jacobs C. 2011). To właśnie bezpośrednie przyłożenie siły do centrum oporu zęba, które znajduje się w okolicy rozwidlenia korzeni, jest trudne do osiągnięcia.

Badanie przeprowadzone przez Saelens'a i De Smit'a, w którym wykazali oni większą mezializację trzonowców i mniejsze rozładowanie słoczeń w okolicy siekaczy po ekstrakcji drugich przedtrzonowców niż pierwszych przedtrzonowców, potwierdza teorię zróżnicowania sił. Mówi ona o tym, że przyłożona siła będzie skutkować mniejszym przemieszczeniem zęba, jeżeli zostanie rozłożona na większą liczbę zębów tak, aby nacisk na ozębną zębów kotwiących był jak najmniejszy, a zmaksymalizowanie powierzchni korzeni w jednostce kotwiącej zwiększa zakotwienie (Saelens NA. 1998).

Zakotwienie szkieletowe w postaci implantów jest stosowane już od lat osiemdziesiątych XX wieku. Pierwsze wzmianki o używaniu sił ortodontycznych celem ich obciążania pochodzą już z 1984 roku (Roberts WE. 1984). Z kolei o pierwszym zastosowaniu mikroimplantów doniósł Kanomi w 1997 roku (Kanomi R. 1997). Wyparły one konwencjonalnie implanty ze względu na swój mniejszy rozmiar, łatwiejszy i krótszy zabieg chirurgiczny podczas ich osadzania, mniejsze trudności przy ich usuwaniu oraz korzystniejszą cenę (Kim S. 2008, Owens SE. 2007). Miniimplanty czy miniśruby są produkowane głównie ze stopów tytanu, szczególnie z Ti-6Al-4V. Przyjęto, że miniśruby to implanty o średnicy od 1,3 mm do 2,0 mm, natomiast te mniejsze o średnicy do 1,2 mm to mikroimplanty. Zastosowanie kostnego zakotwienia sprawia, że leczenie staje się bardziej wydajne, niezależne od współpracy pacjenta i pozwala zredukować czas jego trwania (Ning M. 2015). Jak widać, mają one wiele zalet, jedynym ograniczeniem w ich zastosowaniu jest wciąż wysoki wskaźnik ich utraty (Włodarczyk-Górniak O. 2017). Park i wsp. piszą o wskaźniku sukcesu rzędu 82-93,3%. (Park HS. 2006). Badania określające czas obciążania miniimplantów siłami ortodontycznymi po ich wszczepieniu wykazały, że obciążanie natychmiastowe rutynowo stosowanymi siłami nie integruje w proces prawidłowego gojenia (Büchter A. 2006), do otrzymania stabilizacji pierwotnej nie jest potrzebny okres osteointegracji (Zhang L. 2010).



Ryc. 4. Miniimplant ortodontyczny cylindryczny. (Włodarczyk-Górniak O. 2017) a - długość (6 mm, 8 mm, 10 mm); b - średnica zewnętrzna całkowita; c - średnica wewnętrzna bez gwintowania

Stabilizacja pierwotna mikroimplantów otrzymywana jest głównie na zasadzie retencji mechanicznej. W dużo mniejszym stopniu wpływają na nią takie czynniki jak: budowa i długość stosowanej śruby, miejsce implantacji i jej sposób, charakterystyka kości, w którą wprowadzamy mini śrubę oraz występujący po zabiegu stan zapalny (Brown. 2014, Motoyoshi M. 2006). Tseng i wsp. (Tseng YC. 2006) sugerowali w swoich badaniach, że lepsze rokowanie, jeżeli chodzi o stabilizację mikroimplantu, daje głębsze wprowadzenie go w blaszki kości kortykałnej. Zalecali oni wprowadzanie go na głębokość 6 mm. Wg retrospektywnych badań Chen i wsp. (Chen CH. 2006) wynika, że sukces implantacji MI o długości 6 mm wynosi 72,2%, natomiast MI o długości 8 mm 90,2%. Długość 8 mm zapewnia zatem zadowalający wskaźnik powodzenia wprowadzenia, przy mniejszym niż przy MI o długości 10 mm ryzyku uszkodzenia sąsiednich struktur anatomicznych np. korzeni zębów sąsiednich.

Aby zapobiec mezialnemu nachylaniu się korony zęba przy obu typach zakotwienia, do zamka/pierścienia na drugim trzonowcu dołączany jest specjalny haczyk (wykonany np. z drutu 19 x 25 SS), który pozwala przyłożyć siłę bliżej środka oporu zęba. Jeżeli chodzi o siłę przykładaną do mezjalizacji trzonowców, może być ona bardzo różna. Badania Owensa i wsp. (Owens SE. 2007) wykazały, że nawet niewielkie siły rzędu 25-50 gramów mogą być

siłami skutecznymi, ale badacze odrzucili hipotezę, że ruch zęba pojawia się najszybciej przy delikatnej sile. Nie ma różnicy w ruchu zęba, nawet jeżeli przykładane siły są dramatycznie różne. Z kolei nawet relatywnie duże siły rzędu 200-300 gramów na ząb, przykładane średnio co 6 tygodni nie wywierają negatywnych skutków takich jak widoczna na końcowym zdjęciu panoramicznym resorpcja korzeni (lub widoczna resorpcja jest minimalna) (Nagaraj K. 2008, Hyun JM. 2010). Jeżeli siła zastosowana do nadania ruchu przekroczy pewien próg, określony przez anatomiczne ograniczenia, dalsze popychanie zęba w kość zbitą może spowodować resorpcje korzeni, dehiscencje i fenestracje kości wyrostka zębodołowego (Ning M. 2015). Różni autorzy polecają, aby przyłożona została siła albo przy pomocy łańcuszka elastycznego o mocy 350 gram, albo z użyciem sprężyny niklowo-tytanowej wywierającej siłę 200 gram. (Nagaraj K. 2008, Hyun JM. 2010). Według Karłowskiej do translacji większych zębów wystarczy przyłożyć siłę o wartości 100-150 gram. (Karłowska I. 2019). Dodatkowo od strony językowej przy pomocy delikatnego łańcuszka przykładana jest równoległa działająca siła. Na trzonowcu od strony językowej zostaje naklejony jeden guzik, a drugi guzik umieszczony jest na kle. Pozwala to na przesuwanie się zęba jak po szynie i uniknięcie rotacji drugiego trzonowca podczas jego pociągania. Mezjalizacja odbywa się przy grubym łuku, niektóre badania (Chhibber A. 2015) zalecają łuk o rozmiarze nawet 21 x 25 SS, ponieważ jego wysoka sztywność ma przeciwdziałać elastycznemu ugięciu łuku podczas ruchu zęba, a tym samym chronić przed pojawieniem się mezjalnego tippingu korony. Ponadto pełniejsze wypełnienie slotu pozwala lepszą kontrolę ruchu korzeni.

Po wyrznięciu się trzeciego trzonowca często wykazuje on językowe nachylenie. Aby go spionizować, niektórzy autorzy (Hyun JM. 2010) sugerują założyć segment stalowego łuku o rozmiarze 19 x 25 SS, który pozwoli na policzkowy ruch zęba i jednocześnie będzie wywierać siłę intruzyjną. Ten ruch odbywa się przy jednoczesnym dołączeniu łańcuszka elastycznego rozciągniętego pomiędzy guzikiem na powierzchni językowej trzeciego trzonowca a haczykiem na powierzchni policzkowej tego samego zęba.

2.5. Postępowanie po zamknięciu luki poekstrakcyjnej

Po zamknięciu luki poekstrakcyjnej etap finishingu najlepiej przeprowadzać na łuku 19 x 25 TMA. Gdy aktywne leczenie zostaje zakończone, miniimplanty zostają wykręcone w znieczuleniu miejscowym, a stałe retainery zostają wklejone tak by objęły również mezjalizowane trzonowce, nawet od strony policzkowej (Nagaraj K. 2008).

Wg badań Stepovitcha (Stepovich ML. 1979) prowadzonych na wyrostku zębodołowym zarówno przed, jak i po zamknięciu luki po pierwszym trzonowcu, możliwe

jest zamknięcie przestrzeni nawet do 10 mm, jednak utrzymanie tego stanu jest trudne. Dlatego tak ważne jest wklejanie stałych retainerów od strony językowej.

Ocena ruchu zębów i zmiany profilu powinna być przeprowadzona na podstawie zdjęcia rtg panoramicznego, zdjęcia telebocznego głowy i zdjęć pacjenta wykonanych przed i po leczeniu.

Na wyrostku zębodołowym po zamknięciu luki może wystąpić wgłobienie dziąsła (Reichert C. 2013), które definiowane jest jako rozszczep wyrostka zębodołowego w wymiarze pionowym i poziomym, który wynosi przynajmniej 1 mm przy zgłębnikowaniu i pojawia się po ekstrakcji zęba i następnym zamknięciu luki (Reichert C. 2012). Częstość występowania tego zjawiska wynosi od 30% do 100% (Rivera Circuns AL. 1983, Robertson PB. 1977). Po wykonaniu badań na zwierzętach (Diedrich P. 1997) za potencjalny czynnik chroniący przed wystąpieniem wgłobienia dziąsła uważano szybkie rozpoczęcie ruchu zęba w lukę poekstrakcyjną, w czasie, w którym nie nastąpiła atrofia wyrostka zębodołowego. Jednak badania przeprowadzone na 20 pacjentach, u których zamykanie luki zaczęto po od 2 do 4 tygodni po ekstrakcji i 20 pacjentach, u których ruch zęba następował po czasie dłuższym niż 12 tygodni (Reichert C. 2013), nie potwierdziły tej zależności. Być może inne czynniki, takie jak technika ekstrakcji, mechanizm zamykania luki poekstrakcyjnej, indywidualne cechy pacjenta miały wpływ na wyniki tego badania.

2.6. Porównanie zakotwienia szkieletowego z innymi rodzajami zakotwienia

Wyróżniamy wiele rodzajów zakotwienia: (Proffit WR. 2010). Podział w zależności od miejsca zakotwienia wygląda następująco:

1. Wewnętrzne (umiejscowione w jamie ustnej pacjenta):
 - 1.1. wewnętrzszczękowe ruch zęba/zębów w obrębie tego samego łuku zębowego;
 - 1.2. międzyszczękowe wykorzystują zęby w drugim łuku przeciwnym do przemieszczenia zębów w przeciwnym łuku;
 - 1.3. mięśniowe wykorzystanie napięcia mięśniowego do zwiększenia zakotwienia.
2. Zewnętrzne (umiejscowione poza jamą ustną, gdy zakotwienie wewnętrzne jest zbyt małe lub plan leczenia wyklucza przykładanie sił bezpośrednio do zębów):
 - 2.1. karkowe;
 - 2.2. potyliczne;
 - 2.3. kombinowane;
 - 2.4. twarzowe.

3. W zależności od stopnia utraty zakotwienia piśmiennictwo wyróżnia zakotwienie:
 - 3.1. absolutne, szkieletowe;
 - 3.2. maksymalne;
 - 3.3. umiarkowane;
 - 3.4. minimalne, spalenie zakotwienia.
4. Liczba zębów w jednostce kotwiącej pozwala wyróżnić zakotwienie:
 - 4.1. pojedyncze, pierwotne, ząb o większej powierzchni ozębnej korzenia jest jednostką kotwiącą dla zęba o mniejszej powierzchni. Oba zęby znajdują się w tym samym łuku zębowym;
 - 4.2. złożone, grupa zębów jest jednostką kotwiącą dla pojedynczego zęba lub mniejszej grupy zębów w tym samym łuku;
 - 4.3. wzmocnione, stosowanie dodatkowych elementów w postaci np. płytki Nance'a, łuku podniebiennego, łuku językowego, w celu redukcji obciążenia na zęby.

Jeżeli chodzi o porównanie zakotwienia szkieletowego z innymi rodzajami zakotwienia, to np. w porównaniu z zakotwieniem zewnątrzustnym przy stosowaniu headgera (Ning M. 2015) występuje większa doprzednia retrakcja zębów i mniejsza mezjalizacja trzonowców szczęki przy zakotwieniu szkieletowym z krótszym czasem leczenia. Według tych samych badań ruch translacyjny siekaczy jest powszechniejszy niż nachylenie dojęzykowe, a płaszczyzna żuchwy ma możliwość ruchu przeciwnego do ruchu wskazówek zegara, co pozwala na korektę wad klasy II. Czas leczenia przy zakotwieniu szkieletowym jest krótszy niż przy zakotwieniu zewnątrzustnym (headger), jednakże nie wykazuje istotnej statystycznie różnicy.

W innym badaniu (Urias D. 2005) porównywano skuteczność zakotwienia szkieletowego w terapii bioprogresywnej (fragmentaryczny aparat oparty na łuku utility) i technice łuku prostego (całościowy aparat). Nie stwierdziło ono żadnych statystycznych różnic odnośnie kontroli zakotwienia w dolnym łuku zębowym, jeżeli chodzi o wzrost szkieletowy w stosunku do podstawy czaszki oraz ruch mezjalny pierwszych trzonowców w porównaniu tych dwóch metod terapeutycznych. Jednak mniejszą efektywność kontroli ruchu trzonowców uzyskano przy częściowym aparacie, niż przy w pełni założonym aparacie w technice łuku prostego.

3. Cel badania

W projekcie badawczym głównym celem było porównanie szybkości zamknięcia się luki poekstrakcyjnej po pierwszym zębie trzonowym przez mezjalizację drugiego zęba trzonowego w dwóch grupach badawczych: w pierwszej stosowano zakotwienie zębowe, w drugiej zakotwienie szkieletowe. Badano, czy wystąpiła istotna różnica w czasie zamknięcia się luki w zależności od zastosowania zakotwienia.

Celami pobocznymi były:

- ocena wpływu na szybkości zamykania się luki dodatkowych czynników takich jak: wiek, płeć, czas jaki minął od wykonania ekstrakcji do rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, pierwotne położenie trzeciego zęba trzonowego w łuku zębowym, sposób odżywiania się badanego, jego aktywność fizyczna czy stosowanie w trakcie terapii suplementów diety
- ocena równoległości korzeni zębów trzonowych przed rozpoczęciem terapii i po zakończonej mezjalizacji w zależności od rodzaju zakotwienia;
- ocena wpływu zastosowanego zakotwienia oraz czasu leczenia na występującą po zakończonym leczeniu ortodontycznym resorpcję korzeniową drugiego zęba przedtrzonowego oraz drugiego zęba trzonowego w żuchwie;
- analiza zdjęć cefalomerycznych przed i po leczeniu i ustalenie, czy mezjalizacja drugiego i trzeciego trzonowca ma wpływ na poszczególne wartości analizy Steinera, a także czy występuje różnica w otrzymanych wartościach w zależności od rodzaju zastosowanego zakotwienia.

4. Materiał i metody

4.1. Materiał

Materiał badawczy stanowiły dwie grupy pacjentów. W pierwszej (A) znajdowało się 21 osób, u których stosowano zakotwienie zębowe; w drugiej (B) 16 osób, które jako zakotwienie miały wszczepiany mikroimplant TAD 8 mm (3M Unitek, Monrovia, California, USA). Głównym kryterium kwalifikującym do badania był brak lub zakwalifikowanie do ekstrakcji podczas planowania leczenia ortodontycznego pierwszego zęba trzonowego oraz obecność częściowo lub całkowicie zatrzymanego zęba trzeciego trzonowego po jednoimiennej stronie w żuchwie.

W badaniu uczestniczyło 21 kobiet i 16 mężczyzn w wieku od 17 do 49 lat (średnio 30 lat) ogólnie zdrowych. W grupie A znajdowało się 13 kobiet i 8 mężczyzn, natomiast do grupy B pierwotnie zakwalifikowano po 9 kobiet i 9 mężczyzn, jednak docelowo przebadano 8 kobiet i 8 mężczyzn. U dwóch osób, jednej kobiety i jednego mężczyzny, nastąpiła przedwczesna utrata mikroimplantu podczas prowadzonego badania (tabela 1). Kobiety były starsze od mężczyzn przeciętnie o 2 lata, ale różnica była nieistotna statystycznie (30 vs. 28 lat; $p = 0,388$; ryc. 5).

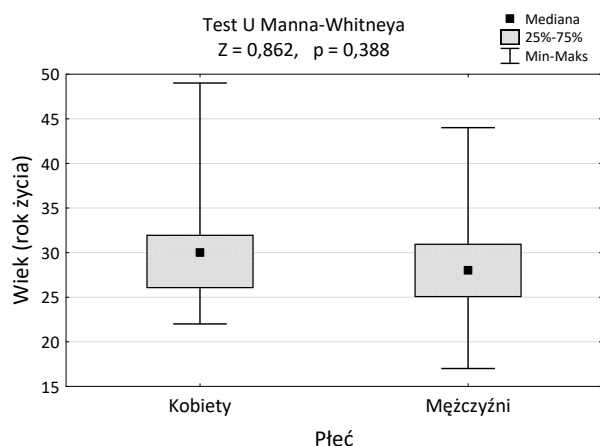
U każdego pacjenta przed włączeniem w projekt przeprowadzono badanie wewnątrz- i zewnątrzustne, wykonano analizę zdjęć panoramicznego i bocznego głowy oraz wykonano wyciski pod modele diagnostyczne. Każdy z pacjentów wypełniał ankietę, która pozwoliła wykluczyć tych pacjentów, u których występowały czynniki mogące w jakikolwiek sposób wpłynąć na wiarygodność badań, np. przyjmowanie leków wpływających na metabolizm kostny, choroby układu szkieletowego.

Pacjenci do poszczególnej grupy byli przydzielani losowo. Dobór materiału i metod badawczych, przeprowadzenie leczenia ortodontycznego, wszelkie analizy zdjęć radiologicznych oraz ankiety kwalifikującej do badania były wykonywane przez autorkę pracy samodzielnie.

Tabela 1. Wiek badanych w ostatecznej grupie badawczej

Płeć	N (%)	Wiek (rok życia) ($M \pm SD$); Me (Min – Max)
Kobiety	21 (56,8%)	30,7 \pm 6,7; 30 (22 – 49)
Mężczyźni	16 (43,2%)	28,3 \pm 6,6; 28 (17 – 44)
Ogółem	37 (100,0%)	29,6 \pm 6,7; 29 (17 – 49)

N – liczebność, % - wskaźnik struktury, *M* – średnia arytmetyczna, *SD* – odchylenie standardowe, *Me* – mediana



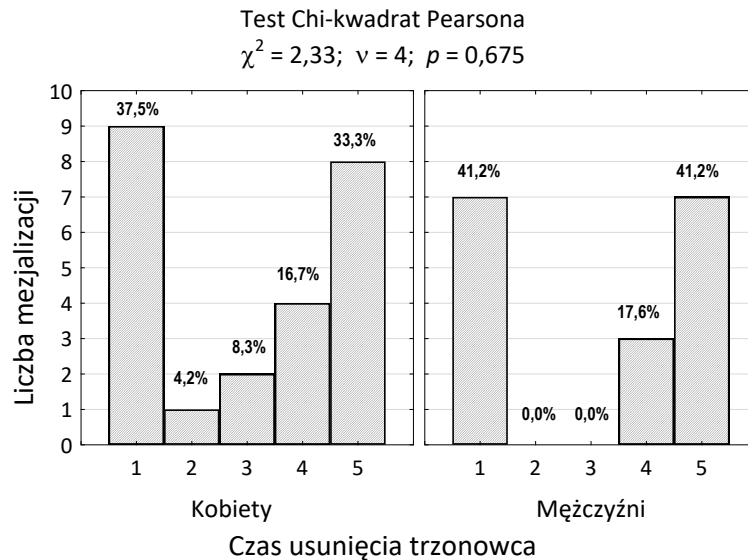
Ryc. 5. Wiek pacjentów w grupach różniących się płcią i wynik testu istotności

Ankieta włączająca do projektu badawczego, którą wypełniali pacjenci zawierała 15 pytań i została zamieszczona w załączniku.

Czas który upłynął od ekstrakcji do rozpoczęcia mezjalizacji drugiego trzonowca w lukę poekstrakcyjną różnił się u poszczególnych pacjentów. Szczegółowy podział na czas wykonania ekstrakcji pierwszego trzonowca od momentu rozpoczęcia leczenia, z podziałem na płeć, przedstawia tabela nr 2. W tabeli uwzględniono fakt, że u 4 pacjentów wykonano mezjalizację dwustronną. Łącznie mezjalizacja dotyczyła 41 zębów trzonowych. Nie zaobserwowano istotnego statystycznie związku między czasem ekstrakcji a płcią (ryc. 6).

Tabela 2. Czas wykonania ekstrakcji pierwszego trzonowca w żuchwie od momentu rozpoczęcia leczenia ortodontycznego z uwzględnieniem płci

Czas wykonania ekstrakcji	Ogółem N = 41	Kobiety N = 24	Mężczyźni N = 17
Ząb został zakwalifikowany do usunięcia podczas planowania leczenia ortodontycznego	16(39,0%)	9(37,5%)	7 (41,2%)
został usunięty od pół roku do roku wcześniej	1 (2,4%)	1 (4,2%)	0 (0,0%)
został usunięty od roku do 2 lat wcześniej	2 (4,9%)	2 (8,3%)	0 (0,0%)
został usunięty od 2 lat do 5 lat wcześniej	7 (17,1%)	4(16,7%)	3 (17,6%)
został usunięty od 5 lat wzwyż wcześniej	15(36,6%)	8(33,3%)	7 (41,2%)



Ryc. 6. Liczba (odsetek) mezjalizowanych trzonowców w grupach różniących się płcią i czasem wykonania ekstrakcji pierwszego trzonowca (1 - usunięty podczas planowania leczenia ortodontycznego, 2 - usunięty od pół roku do roku wcześniej, 3 - usunięty od roku do 2 lat wcześniej, 4 - usunięty od 2 lat do 5 lat wcześniej, 5 - usunięty od 5 lat wzwyż wcześniej) oraz wynik testu jednorodności

Najliczniejszą grupą w obu grupach badawczych byli pacjenci, u których zakwalifikowano pierwsze trzonowce w żuchwie do ekstrakcji podczas planowania terapii ortodontycznej. Najczęstszymi wskazaniami do usunięcia zęba było:

- duże zniszczenie procesem próchnicowym tkanek twardych bez możliwości odbudowy zachowawczej czy protetycznej;
- nieprawidłowo przeprowadzone leczenie endodontyczne (niedopełnione kanały korzeniowe, przepchnięty materiał wypełniający poza wierzchołek kanału, złamane narzędzia endodontyczne wewnątrz kanału, *via falsa*);
- przewlekły stan zapalny tkanek okołowierzchołkowych wymagający skomplikowanego, skojarzonego leczenia chirurgiczno-zachowawczego;
- głębokie podziąsłowe złamania korony zęba, złamania korzenia wymagające skomplikowanego, skojarzonego leczenia chirurgiczno-zachowawczego lub rokujące słabo, jeżeli chodzi o utrzymanie szczelności tkanek twardych;
- duże, nieestetyczne wypełnienia wymagające wymiany po leczeniu ortodontycznym;
- stłoczenia zębów.

W każdym przypadku przed podjęciem decyzji o ekstrakcji pierwszego zęba trzonowego, na podstawie wykonanego przed rozpoczęciem leczenia zdjęcia panoramicznego, określano położenie zębów mądrości w łuku zębowym oraz ewentualnie typ

ich zatrzymania wg klasyfikacji Tetschera i Wagnera. Jeżeli ząb trzeci trzonowy był widoczny w jamie ustnej (brak retencji), to traktowano go jak zatrzymany i określano typ retencji względem ustawienia go wg płaszczyzny zgryzu i sąsiednich zębów. Plan leczenia ortodontycznego zakładał domknięcie luki przez mezjalizację dwóch trzonowców. Oceniano w ten sposób prawdopodobieństwo wprowadzenia zęba do łuku zębowego oraz jego wielkość. Trzeci ząb trzonowy nie mógł przejawiać cech zaburzenia wielkości w stosunku do prawidłowego trzonowca, wykluczano zęby zmniejszone tzw. microdensy.

Do celów badawczych wykonano u 15 badanych ekstrakcję atraumatyczną z zachowaniem pięciościennego zębodołu. W tym u 9 osób z grupy, w której zastosowano zakotwienie szkieletowe i u 6 osób, u których zastosowano zakotwienie zębowe (jedna osoba miała wykonywaną ekstrakcję obustronną dwóch pierwszych trzonowców w żuchwie).

Tabela 3. Typy zatrzymania trzecich trzonowców w grupie badanej

Położenie zęba trzeciego trzonowego w łuku	Liczba zębów
Retencja pionowa (I)	9 (21,9%)
Retencja mezjalnokątowa (IIa)	32 (78,1%)
Retencja dystalnokątowa (IIb)	0 (0,0%)
Retencja skośna (III)	0 (0,0%)
Retencja o charakterze przemieszczenia (IV)	0 (0,0%)

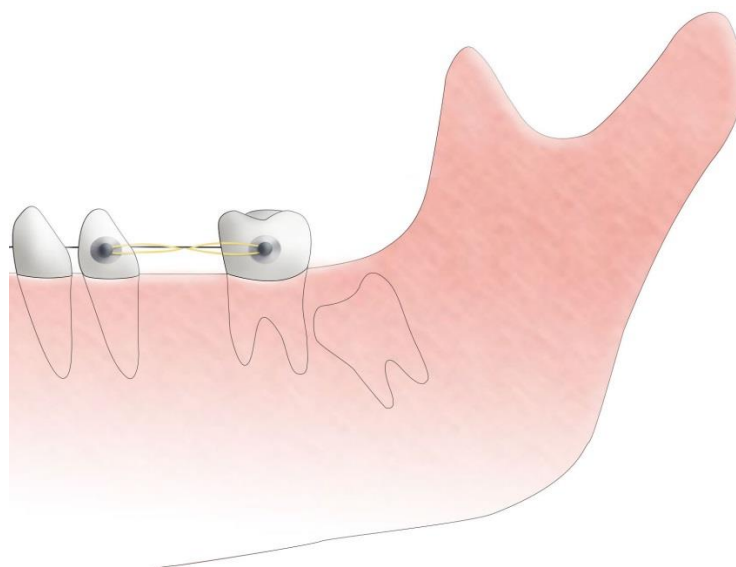
4.2. Metody

Zastosowano zamki metalowe (Active, Metal Bracket System, Jiscop Co., Ltd., Korea) oraz zamki estetyczne (Clarus, Monocrystal Sapphire Bracket System, Jiscop Co., Ltd., Korea) system Roth. 022 w stosunku 25/12 oraz rurki policzkowe o tym samym systemie. Po montażu aparatu pacjent przechodził następującą sekwencję łuków:

- 016 NiTi termalny (NiTi Thermal 35°Plus Archwire, Jiscop Co., Ltd., Korea);
- 016x016 NiTi termalny (NiTi Thermal 35°Plus Archwire, Jiscop Co., Ltd., Korea); jeżeli na początku stłoczenia były niewielkie, pomijano pierwszy łuk i od razu stosowano drugi łuk z sekwencji;
- 016x016 NiTi (NiTi Superelastic Archwire, Jiscop Co., Ltd., Korea);
- 016x022 NiTi (NiTi Superelastic Archwire, Jiscop Co., Ltd., Korea);
- 016x022 SS (Stainless Steel Archwire, Jiscop Co., Ltd., Korea);
- 017x025 SS (Stainless Steel Archwire, Jiscop Co., Ltd., Korea).

Wizyty odbywały się średnio co 5 tygodni. Ostatni łuk z sekwencji był tym, na którym dokonywano mezjalizacji. Przed rozpoczęciem ruchu zęba trzonowego po stronie językowej, zarówno jego jak i przedtrzonowca, wklejane były guziczki językowe, tak by dodatkowo działała siła po stronie językowej, wspomagająca mezjalizację zęba. Guziki były łączone elastycznym łańcuszkiem wymienianym na każdej wizycie aktywacyjnej (ryc. 7).

Aby uniknąć rotowania zęba przedtrzonowego zabezpieczano kiel i oba przedtrzonowce fragmentem retainera stałego (Hilgers Bond-A-Braid, .027''x .011'').



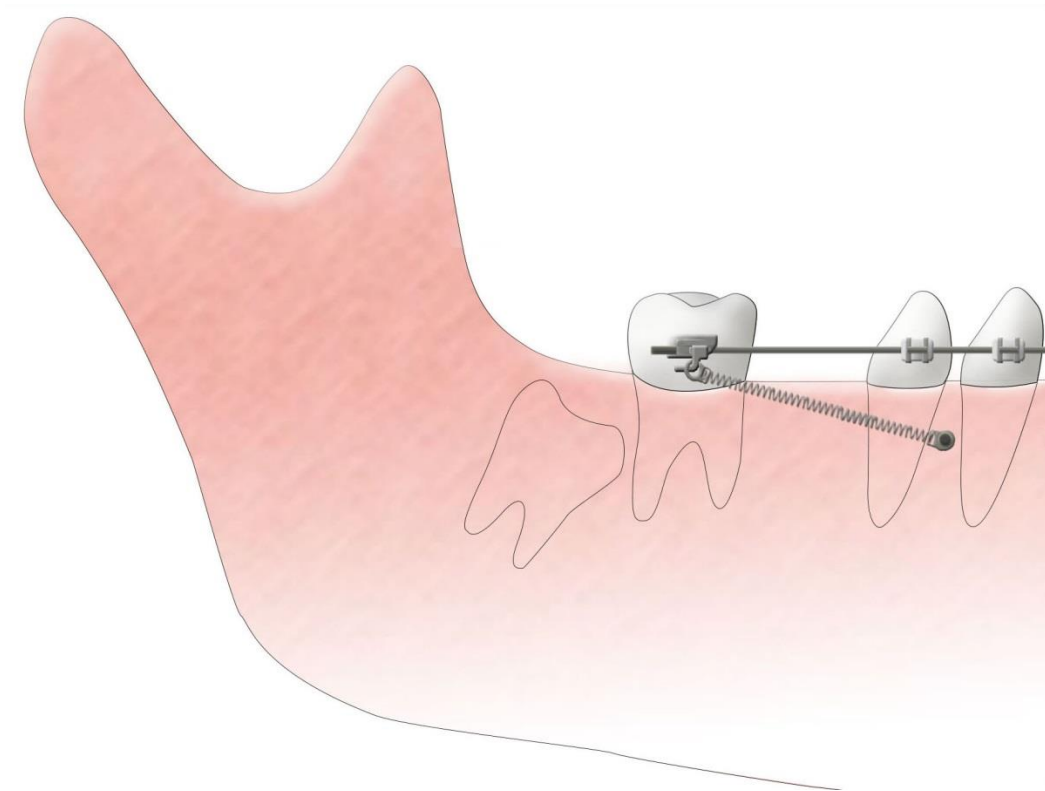
Ryc. 7. Dwa guziki połączone łańcuszkiem (widok od strony językowej). Rycina własna

W zależności do której grupy zakwalifikowany był pacjent, po stronie policzkowej siła przykładana była na dwa sposoby, które omówiono w rozdziałach 4.2.1 oraz 4.2.2.

4.2.1. Grupa posiadająca zakotwienie szkieletowe / mikropimplant

Siła przykładana była przy pomocy sprężyny NiTi zamkniętej o długości 8 mm (NiTi Closed Coil Spring, wielkość oczka $\varnothing 1.5\text{-}\varnothing 2.5$, Jiscop Co., Ltd., Korea) rozciągniętej pomiędzy główką mikroimplantu a rurką policzkową trzonowca (ryc. 8). Nowa siła przykładana była co 3 miesiące, wtedy również pobierany był kontrolny wycisk diagnostyczny w celu oceny zmiany wymiaru luki poekstakcyjnej. Jeżeli trzeci ząb trzonowy był wyrznięty przed rozpoczęciem terapii ortodontycznej, rurka policzkowa była wklejana od razu przy montażu aparatu, jednakże nie mezjalizowano go przy pomocy sprężyny do momentu całkowitego zamknięcia luki po pierwszym trzonowcu. Jeżeli trzeci ząb trzonowy przed założeniem aparatu był zatrzymany w kości, to jego włączenie do aparatu następowało

dopiero po zakończeniu mezjalizacji drugiego trzonowca, tak by nie odstawić siły mezjalizującej drugiego trzonowca celem włączenia trzeciego trzonowca do łuku zębowego.

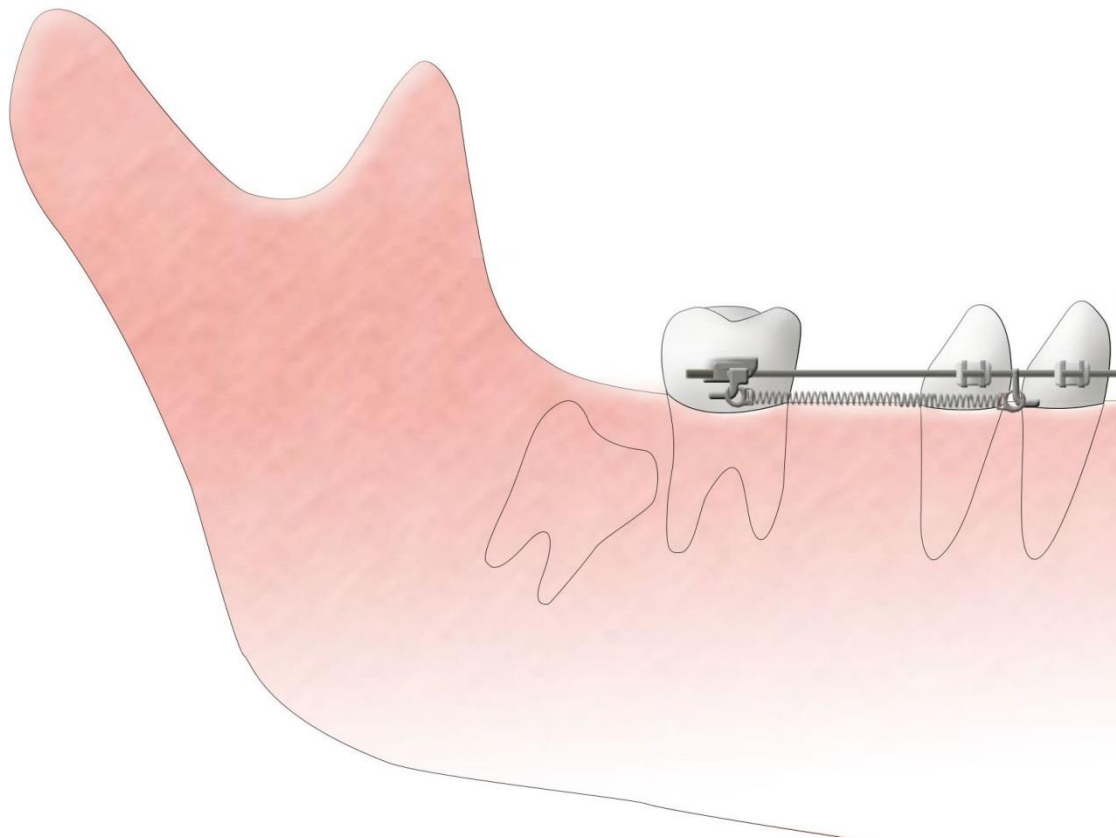


Ryc. 8. Schemat obrazujący aktywację przy pomocy sprężyny NiTi zamkniętej o mikroimplant wszczepiony pomiędzy korzenie pierwszego i drugiego przedtrzonowca (widok od strony policzkowej). Rycina własna.

4.2.2. Grupa posiadająca zakotwienie zębowe

Siła przykładana była przy pomocy sprężyny NiTi zamkniętej o długości 8 mm (NiTi Closed Coil Spring, wielkość oczka $\varnothing 1.5\text{-}\varnothing 1.5$, Jiscop Co., Ltd., Korea) rozciągniętej pomiędzy haczykiem prostym zaciskowym zamontowanym przed pierwszym przedtrzonowcem, a rurką policzkową drugiego trzonowca. Celem było uzyskanie jednoimiennego ramienia siły (ryc. 9). Pozostałe postępowanie było jednoimienne jak w poprzedniej grupie.

Gdy występowało unoszenie się dystalnego guzka i nachylenie się mezjalne korony trzonowca, to stosowano haczyk zaciskowy zza rurką policzkową. Miało to na celu wyeliminowanie powstawania przeszkody zgryzowej, wykorzystywano tym samym siłę pchającą, nie ciągnącą.



Ryc. 9. Schemat obrazujący aktywację przy pomocy sprężyny NiTi zamkniętej o haczyk zaciskowy zaciśnięty na pomiędzy pierwszym i drugim przedtrzonowcem (widok od strony policzkowej). Rycina własna

W obu grupach siła sprężyny NiTi zamkniętej o długości 8 mm użytej do mezjalizacji drugiego trzonowca zależna była od wielkości luki po brakującym pierwszym trzonowcu. Jej szerokość była mierzona przy pomocy suwmiarki od dystalnej ściany drugiego przedtrzonowca do mezjalnej ściany drugiego trzonowca. Jeżeli luka wynosiła:

- od 15 mm do 10 mm używano sprężyny o sile 150 g/N (light);
- od 9 mm do 5 mm używano sprężyny o sile 200 g/N (medium);
- poniżej 4 mm używano sprężyny o sile 250 g/N (hard).

Dokładność przyłożonej siły była badana dynamometrem. Co 3 miesiące luka była mierzona ponownie i przykładana odpowiednia siła. Gdy drugi trzonowiec odtwarzał prawidłowy punkt styczny z drugim przedtrzonowcem żuchwy, wtedy dla każdego pacjenta określany był indywidualnie czas jego mezjalizacji.

Po tym czasie nie zawsze następowało zakończenie terapii ortodontycznej. Często położenie trzeciego trzonowca żuchwy wymagało pionizacji. Po uzyskaniu zaplanowanego ruchu zęba pacjenci z zakotwieniem szkieletowym mieli wykręcany miniimplant w znieczuleniu miejscowym przy użyciu dedykowanego do tego celu śrubokrętu.

Po zakończeniu leczenia następował demontaż aparatu stałego i montaż stałych retainerów obejmujących zęby trzonowe, które były przesuwane. Na koniec leczenia wykonywano modele diagnostyczne, zdjęcia wewnątrzustne i kontrolne zdjęcie panoramiczne, na którym oceniano poziom kości oraz równoległość korzeni zębów żuchwy i ich długość w porównaniu z zdjęciem panoramicznym wykonanym przed leczeniem. Wykonywano także kontrole zdjęcie boczne głowy celem porównania wybranych wartości wg analizy cefalometrycznej Steinera ze zdjęciem sprzed leczenia.

4.3. Metody statystyczne

Do przeprowadzenia analizy statystycznej wykorzystano program STATISTICA v. 13.3 (TIBCO Software Inc., Palo Alto, Ca, USA). Zgodność rozkładu zmiennych ilościowych z rozkładem normalnym weryfikowano testem Shapiro-Wilka. Jako krytyczny poziom istotności przyjęto $p < 0,05$. W zależności od rozkładu zmiennych, w tabelach przedstawiono je w postaci wartości średnich i odchyłeń standardowych (Mean \pm SD) lub jako mediany (Me) i kwartyle (dolny Q1 i górny Q3).

Istotność różnic między przeciętnym poziomem zmiennych ilościowych w dwóch niezależnych grupach sprawdzano za pomocą testu t-Studenta lub nieparametrycznego testu U Manna-Whitneya. W przypadku większej liczby grup wykorzystano analizę wariancji (ANOVA). Wpływ leczenia na średnie wartości analizowanych parametrów cefalometrycznych oceniano za pomocą testu t-Studenta dla zmiennych powiązanych.

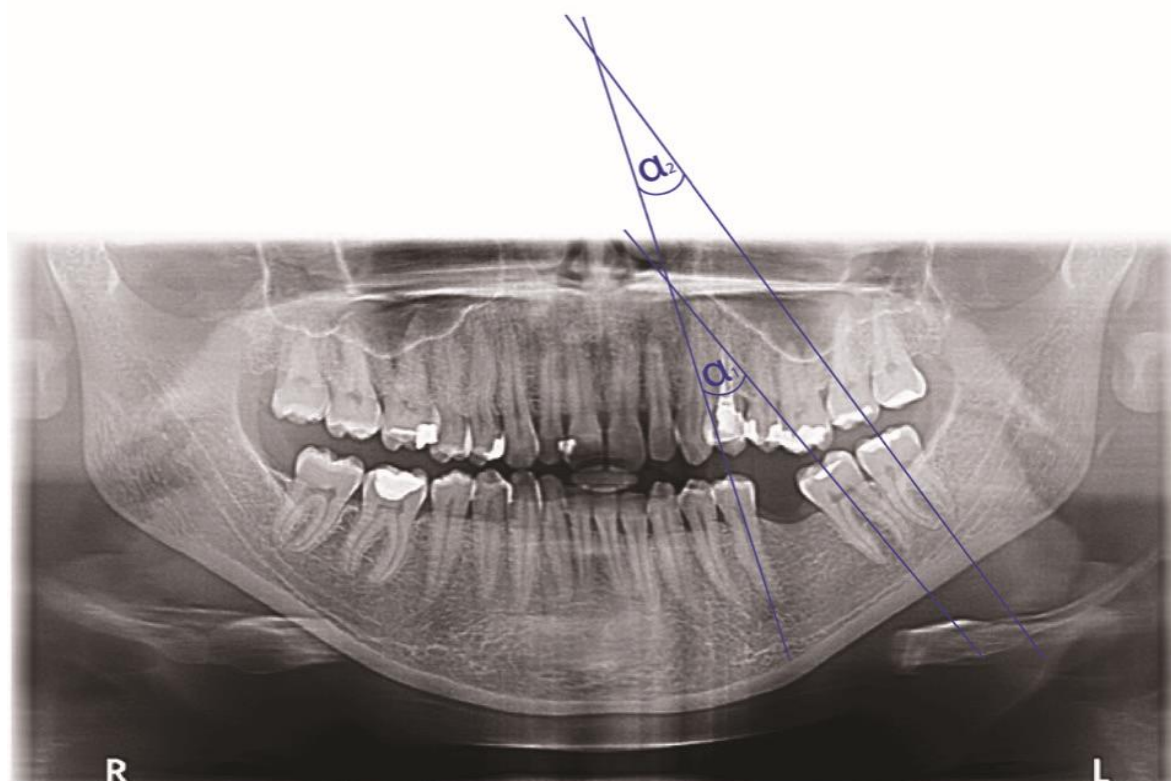
Cechy jakościowe (nominalne i porządkowe) przedstawiono w tabelach wielodzzielczych (kontyngencji) w postaci liczebności (n) i proporcji (%). Niezależność dwóch zmiennych weryfikowano za pomocą testu chi-kwadrat Pearsona lub dokładnego testu Fishera.

4.4. Analiza zdjęcia panoramicznego

Po zakończeniu leczenia w obu grupach badawczych oceniana była równoległość korzeni zębów trzonowych w stosunku do zęba przedtrzonowego, ocena długości korzenia drugiego trzonowca i drugiego przedtrzonowca w porównaniu z zdjęciem panoramicznym sprzed leczenia. Szczegółowy opis porównywanych czynników zamieszczono w tabeli 4.

Tabela 4. Porównywane parametry w grupach zębów różniących się rodzajem zakotwienia

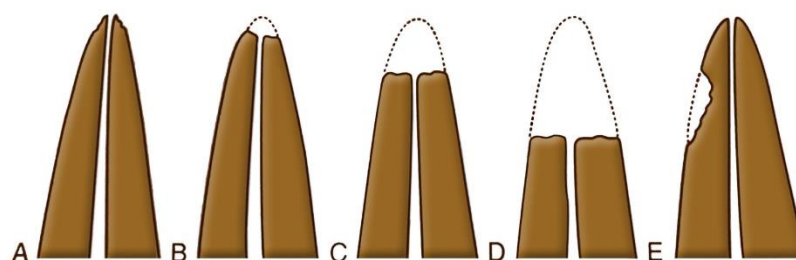
Czynnik porównywany	Zakotwienie zębowe	Zakotwienie szkieletowe
Ocena równoległości korzeni zębów trzonowych w stosunku do zęba przedtrzonowego, α_1 i α_2 ($^\circ$), ryc. 10, 11	Kąt zawarty pomiędzy płaszczyzną zgryzu a liniami długiej osi zębów określany na podstawie zdjęcia panoramicznego wykonanego po leczeniu ortodontycznym	Kąt zawarty pomiędzy płaszczyzną zgryzu a liniami długiej osi zębów określany na podstawie zdjęcia panoramicznego wykonanego po leczeniu ortodontycznym
Ocena długości korzenia II trzonowca i II przedtrzonowca w porównaniu z zdjęciem panoramicznym sprzed leczenia (ocena występowania resorpcji korzeniowej), ryc. 12	A bardzo łagodna nieregularność brzegu korzenia B łagodne stępienie wierzchołka korzenia C umiarkowana resorpcja wierzchołka korzenia D znaczna resorpcja wierzchołka korzenia E boczna resorpcja korzenia	A bardzo łagodna nieregularność brzegu korzenia B łagodne stępienie wierzchołka korzenia C umiarkowana resorpcja wierzchołka korzenia D znaczna resorpcja wierzchołka korzenia E boczna resorpcja korzenia



Ryc. 10. Kąt α_1 i α_2 oceniane przed mezjalizacją drugiego i trzeciego zęba trzonowego między drugim przedtrzonowcem. Kąt α_1 wyznaczony zostaje przez przecięcie się linii wyznaczonych przez długą oś zęba drugiego trzonowego oraz drugiego przedtrzonowego. Kąt α_2 wyznaczony zostaje przez przecięcie się linii wyznaczonych przez długą oś zęba trzeciego trzonowego oraz drugiego przedtrzonowego



Ryc. 11. Stan po mezjalizacji zębów drugiego i trzeciego trzonowca. Widoczna uzyskana równoległość pomiędzy korzeniami poszczególnych zębów



Ryc. 12. Ocena występowania resorpcji korzenia wg skali A, B, C, D, E. Rycina własna

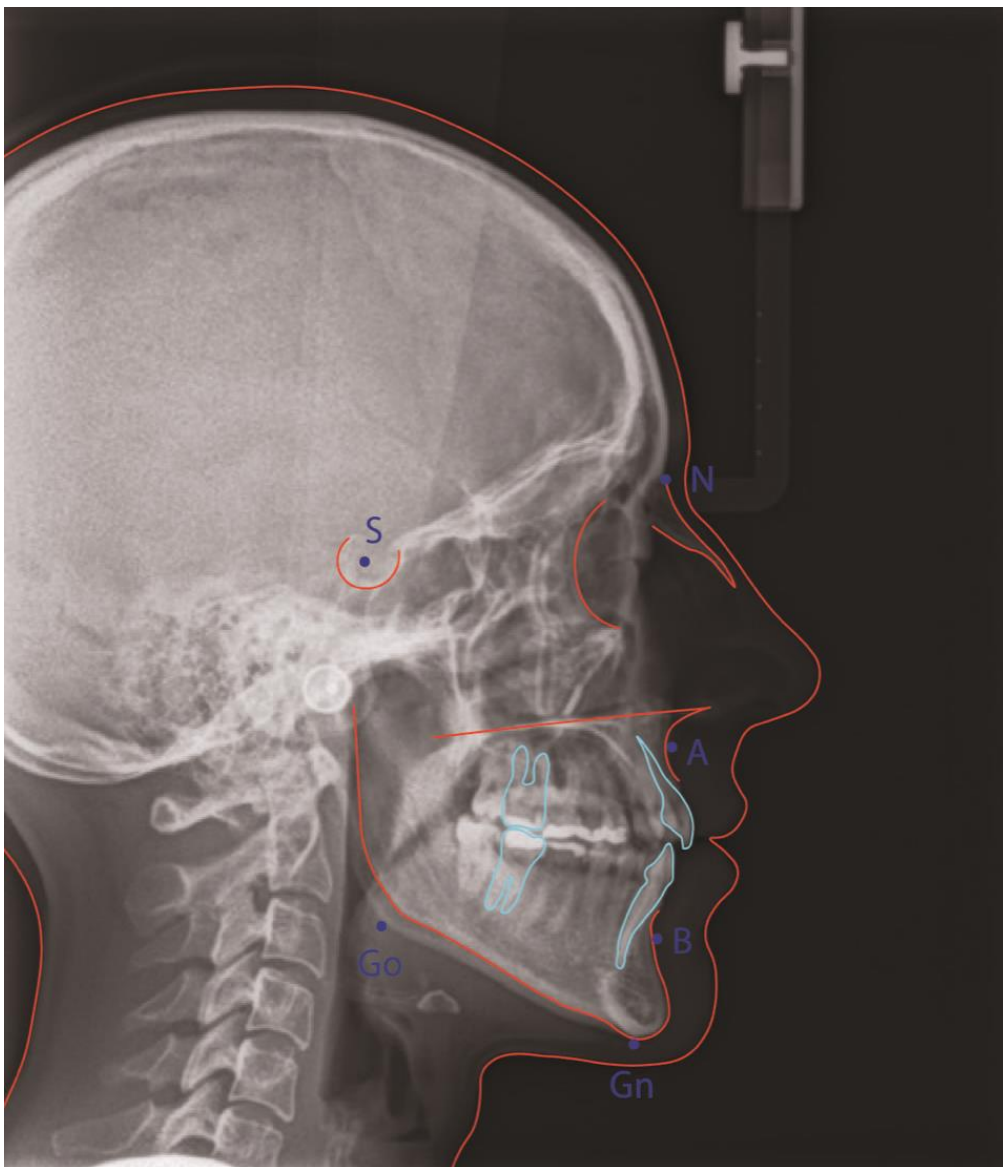
4.5. Analiza zdjęć cefalometrycznych

Pacjentom w obu grupach wykonywano zdjęcia telerentgenowskie boczne głowy zarówno przed rozpoczęciem leczenia, jak i bezpośrednio po jego zakończeniu. Zdjęcia wykonywano aparatem CARESTREAM CS 9300C Select. Warunki ekspozycji wynosiły 78 kV i 12 mA a współczynnik powiększenia wynosił około 8%. Analizę cefalometryczną przeprowadzano według tych samych procedur, w tych samych warunkach, przy użyciu tych samych przyrządów. Wykorzystano wybrane pomiary z analizy Steinera oraz Steinera z modyfikacją Kaminka, stosowano pomiary liniowe i kątowe.

Na fotografii (ryc. 13) zaznaczono punkty kostne wykorzystane przy analizie zdjęć telerentgenowskich głowy:

- S – punkt *sella*, położony w geometrycznym środku siodła tureckiego;
- N – punkt nasion, punkt w obrębie szwu czołowo-nosowego położony najbardziej doprzecznie w linii środkowej;

- A – punkt subspinale (wg Downsa), leżący w najgłębszym zagłębieniu wyrostka zębodołowego szczęki pod kolcem nosowym przednim w płaszczyźnie strzałkowej pośrodkowej;
- B – punkt supramentale (wg Downsa), leżący w najgłębszym zagłębieniu na przednim zarysie żuchwy powyżej kostnej bródki w płaszczyźnie strzałkowej pośrodkowej;
- Go – punkt gonion, miejsce przecięcia się linii stycznej do dolnego brzegu trzonu żuchwy i stycznej do tylnego brzegu gałęzi żuchwy w płaszczyźnie strzałkowej pośrodkowej;
- Gn – punkt gnation, położony najbardziej do przodu i dołu na dolnym zarysie bródki.



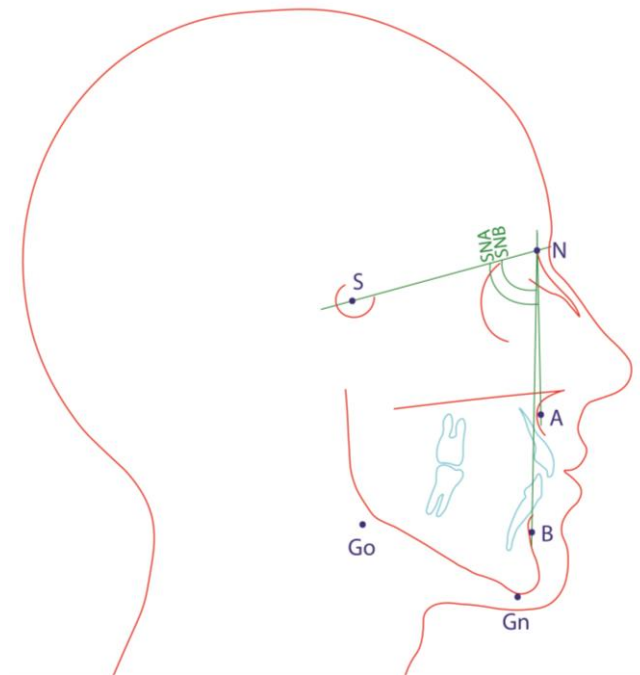
Ryc. 13. Przykładowy cefalogram z zaznaczonymi punktami cefalometrycznymi

Analizowano trzy wartości kątów szkieletowych, które określają relacje struktur kostnych w przedniej części twarzoczaszki, były to kąty SNA, SNB (ryc. 14) i ANB (ryc. 15).

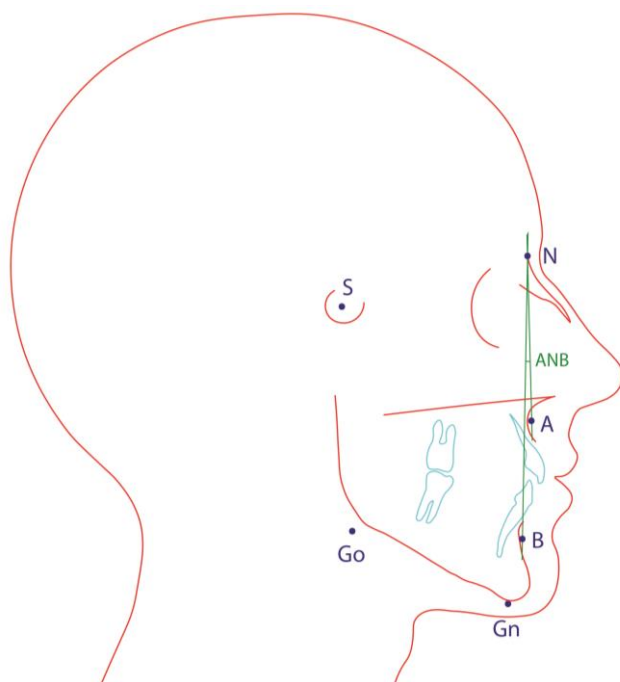
- kąt SNA to kąt zawarty pomiędzy liniami referencyjnymi SN i NA określający położenie szczęki względem podstawy czaszki w relacji przednio-tylnej;
- kąt SNB to kąt zawarty pomiędzy liniami referencyjnymi SN i NB określający położenie żuchwy względem podstawy czaszki w relacji przednio-tylnej;
- kąt ANB to kąt zawarty pomiędzy liniami NA i NB określający położenie przednio-tylne szczęki względem żuchwy;

oraz jeden kąt określający pozycję żuchwy względem podstawy czaszki tzw. kąt żuchwy, kierunek wzrostu żuchwy (ryc. 16)

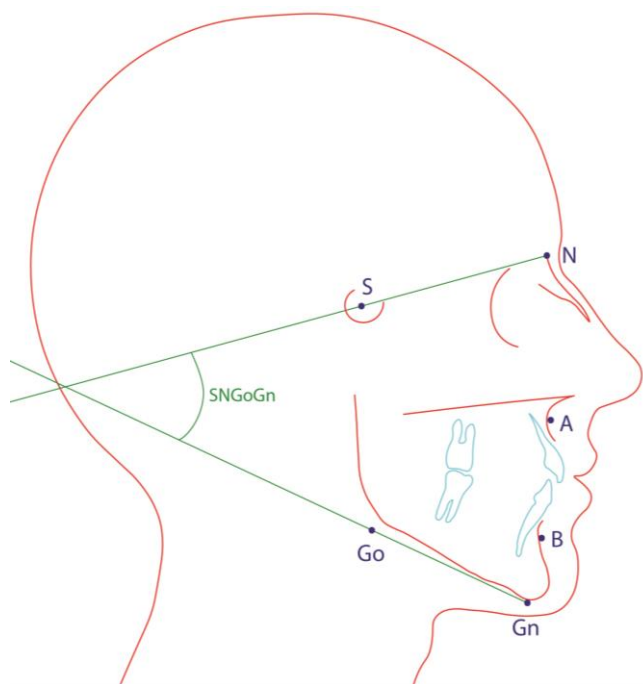
- kąt SNGoGn to kąt zawarty pomiędzy liniami SN i GoGn zależny od rotacji żuchwy.



Ryc. 14. Kąt SNA i kąt SNB



Ryc. 15. Kąta ANB

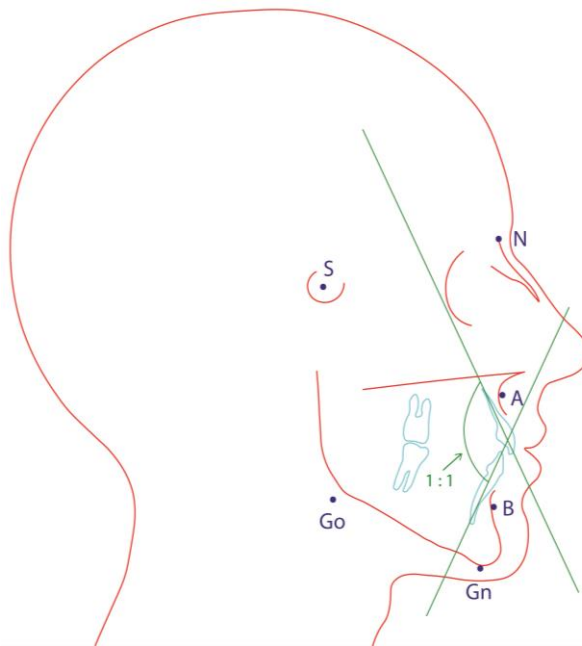


Ryc. 16. Kąt SNGoGn

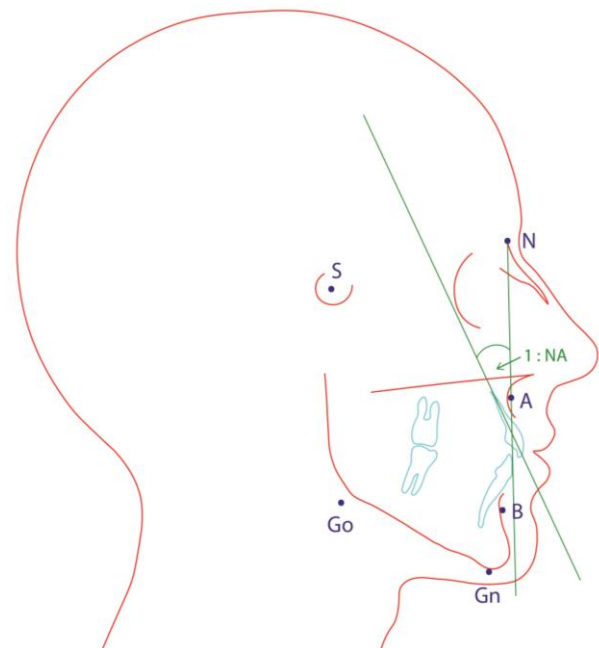
Podczas badań analizie poddano również relacje zębowe i międzyzębowe przed i po leczeniu w obu grupach. Badano następujące wartości kątów:

- kąt 1:1 utworzony przez przecięcie się linii wyznaczonej wzdłuż długich osi górnego i dolnego siekacza przyśrodkowego, określa wychylenie zębów siekaczych górnych i dolnych (ryc. 17);

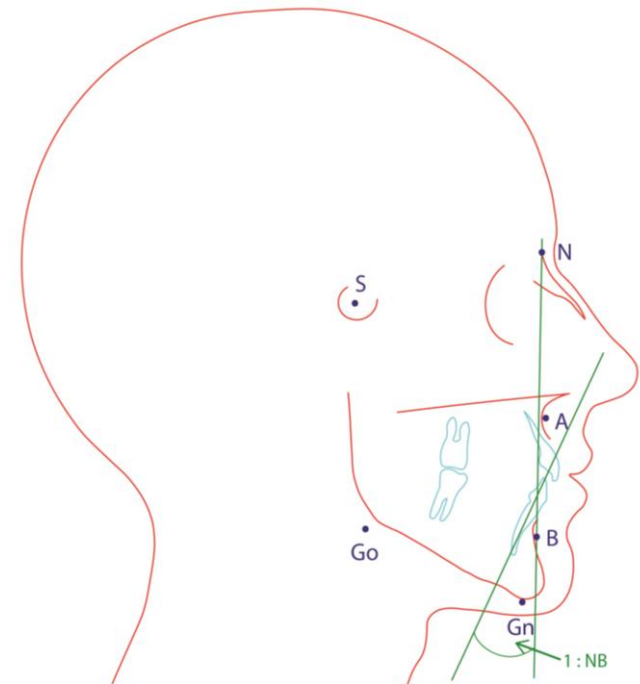
- kąt U1:NA kąt zawarty pomiędzy liniami: długiej osi górnego siekacza przyśrodkowego i linią NA, określa położenie zębów siecznych górnych (ryc. 18);
- kąt L1:NB kąt zawarty pomiędzy liniami: długiej osi dolnego siekacza przyśrodkowego i linią NB, określający położenie siekaczy dolnych (ryc. 19);
- kąt L1:GoGn kąt zawarty pomiędzy liniami: długiej osi siekacza dolnego a płaszczyzną GoGn, linią trzonu żuchwy, określający położenie siekaczy dolnych względem trzonu żuchwy (ryc.20).



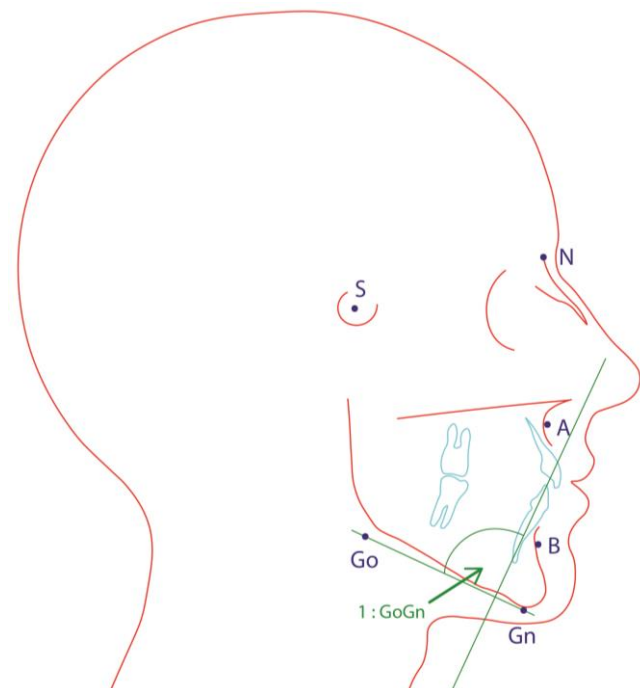
Ryc. 17. Kąt 1:1



Ryc. 18. kąta 1:NA



Ryc. 19. Kąt 1:NB



Ryc. 20. Kąta 1:GoGn

Analizie poddano boczne radiogramy cefalometryczne wykonane przed i po leczeniu. Wartości kątów z analizy Steinera porównywane w obu grupach przed i po leczeniu wraz z wynikami testów statystycznych zamieszczono w tabeli 5.

Tabela 5. Normy parametrów kątowych wg analizy cefalometrycznej wg Steinera i Kaminka, porównanie poszczególnych wartości za Karłowska (2019)

Parametr	Wg Steinera (°)	Wg Kaminka (°)
SNA	82	82 (+/- 3,5)
SNB	80	80 (+/- 3,5)
ANB	2	2 (+/- 3,0)
SN	32	-
GoGn		
1:1	131	127 (+/- 8,5)
U1:NA	22	-
L1:NB	25	-
L1:GoGn	93	-

Interpretacja zmian kątów cefalometrycznych:

- kąt SNA zwiększa się przy doprzedniej, zmniejsza przy dotylnej relacji szczęki;
- kąt SNB zwiększa się przy wysuniętej, zmniejsza przy cofniętej żuchwie;
- kąt ANB wielkość kąta zależy od wzajemnego położenia szczęk, zmniejsza się (lub przyjmuje wartości ujemne) dla żuchwy wysuniętej, zwiększa się dla żuchwy cofniętej;
- kąt ANB określa klasę szkieletową:
 - I klasa szkieletowa gdy $ANB = 2^\circ (+/-3.0)$;
 - II klasa szkieletowa gdy $ANB > 5^\circ$;
 - III klasa szkieletowa gdy $ANB < -1^\circ$;
- kąt SnGoGn zwiększa się w przypadku rotacji dotylnej, zmniejsza się przy doprzedniej;
- kąt 1:1 zmniejsza się przy wychyleniu, zwiększa się przy przechyleniu zębów siecznych;
- kąt U1: NA zwiększa się przy wychyleniu, zmniejsza przy przechyleniu siekaczy;
- kąt L1:NB zwiększa się przy wychyleniu, zmniejsza przy przechyleniu siekaczy;
- kąt L1:GoGn zwiększa się przy wychyleniu, zmniejsza przy przechyleniu siekaczy.

Wszyscy pacjenci podpisali zgodę na udział w badaniach oraz na przetwarzanie danych osobowych w zakresie niezbędnym do realizacji projektu naukowego. Na przeprowadzenie badań uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej przy Uniwersytecie

Medycznym im. Piastów Śląskich we Wrocławiu podczas posiedzenia z dnia 02.06.2016-
opinia nr KB-317/2016.

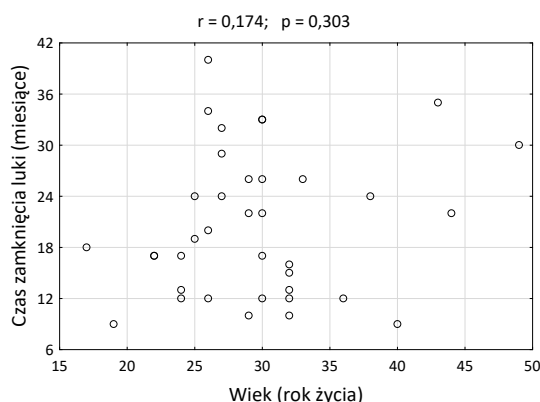
Badania przeprowadzono w Dolnośląskim Centrum Ortodontyczno-
Implantologicznym „OrtoDent” oraz Krzyckim Centrum Ortodontyczno-Stomatologicznym
„OrtoDent” we Wrocławiu za zgodą kierownika obu placówek dr n. med. Magdaleny
Zalwert-Zajac.

5. Wyniki

5.1. Wyniki ankiety włączającej do projektu badawczego

Pacjenci w grupach różniących się rodzajem zakotwienia nie różnili się istotnie pod względem struktury płci ($p = 0,574$) ani wieku ($p = 0,540$). Istotną statystycznie różnicę zaobserwowano w częstości uprawiania sportu ($p = 0,012$) oraz suplementacji diety witaminą D ($p = 0,018$).

Celem oceny istotności i siły związku pomiędzy wiekiem pacjentów a czasem zamknięcia się luki poekstrakcyjnej T_{ZL} oszacowano wartość współczynnika korelacji Pearsona (ryc. 21). Nie zaobserwowano istotnej statystycznie korelacji między wiekiem i czasem trwania mezjalizacji ($r = 0,174$; $p = 0,303 > 0,05$).

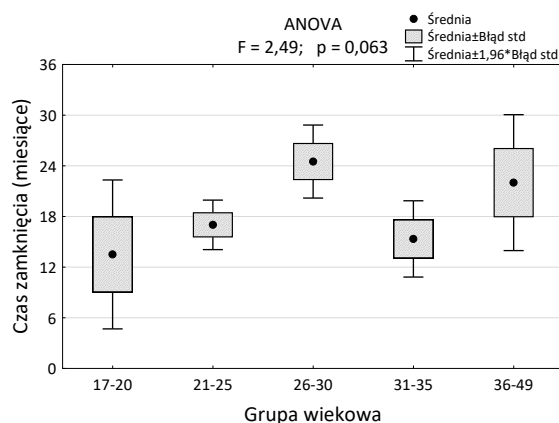


Ryc. 21. Czas zamknięcia luki poekstrakcyjnej w zależności od wieku pacjentów obu grup (A + B) i wartość współczynnika korelacji Pearsona (r)

Najdłużej mezjalizacja trwała w grupie pacjentów w wieku 26-30 lat (24,5 miesiąca), najkrócej w wieku 17-20 lat (13,5 miesiąca), jednak z uwagi na małą liczbę pacjentów w grupie najmłodszych pacjentów ($N = 2$), różnice czasów trwania zamknięcia luki okazały się nieistotne ($p = 0,063$; tab. 6).

Tabela 6. Czas zamknięcia się luki poekstrakcyjnej (miesiące) w grupach pacjentów różniących się wiekiem w chwili rozpoczęcia leczenia i wynik analizy wariancji

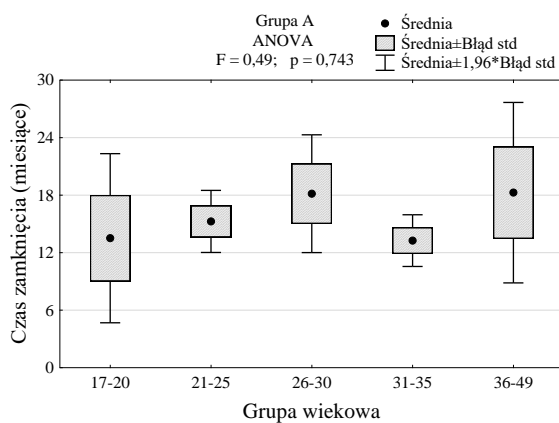
Wiek (rok życia)	N (%)	Czas zamknięcia się luki T _{ZL} (miesiące)	ANOVA <i>p</i>
17-20 lat	2 (5,4)	13,5 ± 6,4	
21-25 lat	7 (18,9)	17,0 ± 4,0	
26-30 lat	16 (43,3)	24,5 ± 8,8	0,063
31-35 lat	6 (16,2)	15,3 ± 5,6	
36-40 lat	6 (16,2)	22,0 ± 10,1	



Ryc. 22. Czas zamknięcia luki poekstrakcyjnej w grupach wiekowych i wynik analizy wariancji (ANOVA)

Tabela 7a. Czas zamknięcia się luki poekstrakcyjnej (miesiące) w grupach A pacjentów różniących się wiekiem w chwili rozpoczęcia leczenia i wynik analizy wariancji

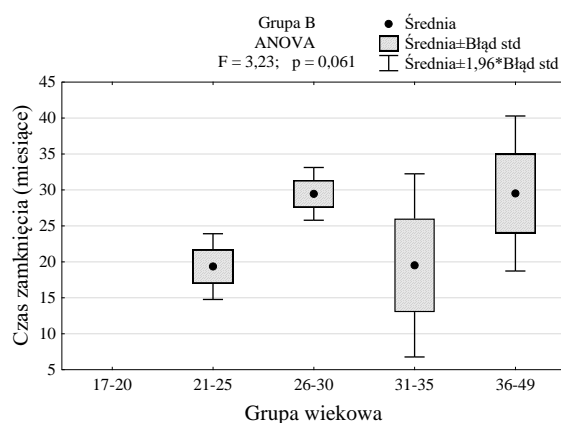
Wiek (rok życia)	N (%)	Czas zamknięcia się luki T _{ZL} (miesiące)	ANOVA <i>p</i>
17-20 lat	2 (9,4)	13,5 ± 6,4	0,743
21-25 lat	4 (19,1)	15,2 ± 3,3	
26-30 lat	7 (33,3)	18,1 ± 8,3	
31-35 lat	4 (19,1)	13,3 ± 2,8	
36-40 lat	4 (19,1)	18,2 ± 9,6	



Ryc. 23. Czas zamknięcia luki poekstrakcyjnej u pacjentów grupy A w podgrupach wiekowych i wynik analizy wariancji (ANOVA)

Tabela 7b. Czas zamknięcia się luki poekstrakcyjnej (miesiące) w grupach B pacjentów różniących się wiekiem w chwili rozpoczęcia leczenia i wynik analizy wariancji

Wiek (rok życia)	N (%)	Czas zamknięcia się luki T _{ZL} (miesiące)	ANOVA <i>p</i>
17-20 lat	0 (0,0)	-	
21-25 lat	3 (18,8)	19,3 ± 4,0	
26-30 lat	9 (56,2)	29,4 ± 5,6	0,061
31-35 lat	2 (12,5)	19,5 ± 9,2	
36-40 lat	2 (12,5)	29,5 ± 7,8	



Ryc. 24. Czas zamknięcia luki poekstrakcyjnej u pacjentów grupy B w podgrupach wiekowych i wynik analizy wariancji (ANOVA)

Tabela 8. Czas zamknięcia się luki poekstrakcyjnej (miesiące) w grupach pacjentów różniących się rodzajem zakotwienia i płcią oraz wynik testu istotności t-Studenta

Rodzaj zakotwienia	Płeć	N (%)	Czas zamknięcia luki (miesiące)
Zębowe	Kobiety	13 (35,2)	14,6 ± 5,5
	Mężczyźni	8 (21,6)	18,9 ± 7,8
Szkieletowe	Kobiety	8 (21,6)	27,4 ± 8,1
	Mężczyźni	8 (21,6)	25,2 ± 6,5

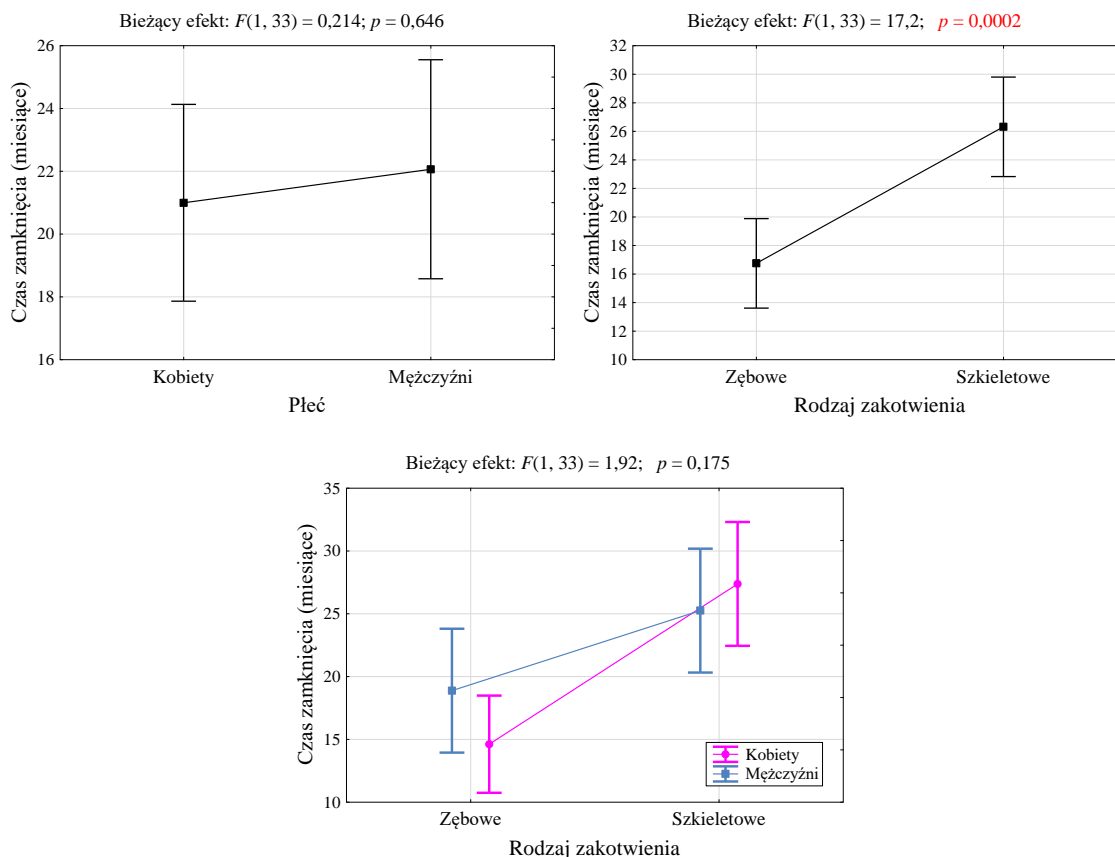
Do oceny wpływu płci i rodzaju zakotwienia na czas zamknięcia luki wykorzystano analizę wariancji dla układów czynnikowych. Wyniki zamieszczono w tabeli 9.

Tabela 9. Wyniki analizy wariancji (ANOVA) czas zamknięcia się luki poekstrakcyjnej (miesiące) dla układów czynnikowych

Efekt	SS	df	MS	F	<i>p</i>
Wyraz wolny	16410	1	16410	349	<0,001
Płeć	10,08	1	10,08	0,21	0,646
Rodzaj zakotwienia	810,2	1	810,2	17,2	<0,001
Płeć×Rodzaj zakotwienia	90,20	1	90,20	1,92	0,175
Błąd	1551	33	47,01		

SS – suma kwadratów odchyłeń od średniej, df – stopnie swobody, MS – średni kwadrat, F – statystyka testowa, *p* – poziom istotności

Czas meżjalizacji zębów zależał istotnie od rodzaju zakotwienia ($p < 0,001$), a nie zależał od płci ($p > 0,05$). Nie zaobserwowano również istotnej statystycznie interakcji między płcią i rodzajem zakotwienia ($p > 0,05$; ryc. 25).



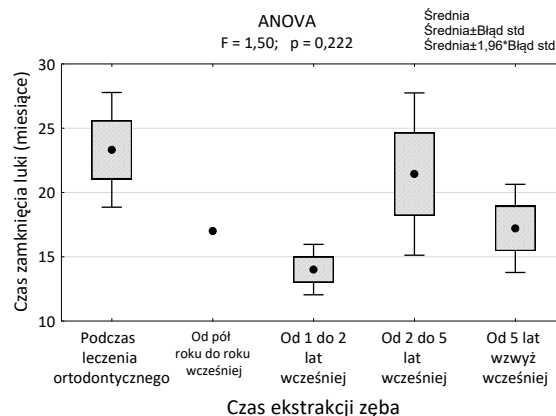
Ryc. 25. Porównania oczekiwanych średnich brzegowych czasu zamknięcia luki poekstrakcyjnej w grupach różniących się płcią, rodzajem zakotwienia oraz interakcją płci z rodzajem zakotwienia

W analizowanej grupie pacjentów najczęściej ząb został usunięty podczas planowanego leczenia ortodontycznego (39,0%) albo 5 lat i więcej przez mezjalizacją (36,6%). Różnice w czasie trwania mezjalizacji w grupach różniących się czasem ekstrakcji zęba były nieistotne ($p = 0,222$; ryc. 26).

Liczbę (odsetek) luk poekstrakcyjnych po usunięciu dolnej szóstki usuwanych przez mezjalizację zębów trzonowych w grupach różniących się rodzajem zakotwienia oraz wyniki testów niezależności zamieszczono w tabeli 10.

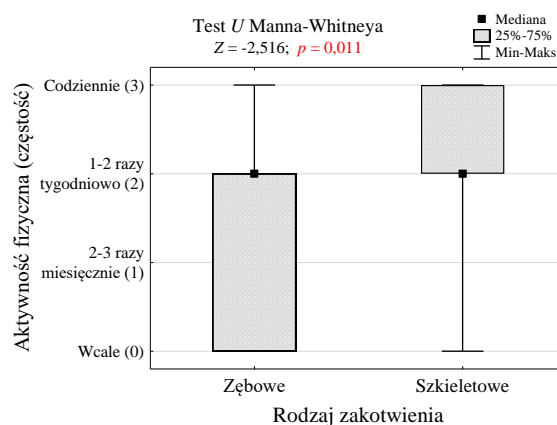
Tabela 8. Czas zamknięcia się luki poekstrakcyjnej (miesiące) w grupach pacjentów różniących się czasem usunięcia pierwszego trzonowca w żuchwie i wynik analizy wariancji

Ząb został usunięty:	N	Czas zamknięcia luki (miesiące)	p
Podczas planowania leczenia ortodont.	16 (39,0)	23,3 ± 9,1	
Od pół roku do roku wcześniej	1 (2,4)	17	
Od roku do 2 lat wcześniej	2 (4,9)	14,0 ± 1,4	0,222
Od 2 lat do 5 lat wcześniej	7 (17,1)	21,4 ± 8,5	
Od 5 lat wzwyż wcześniej	15 (36,6)	17,2 ± 6,8	



Ryc. 26. Czas zamknięcia luki poekstrakcyjnej u osób różniących się czasem ekstrakcji zęba i wynik analizy wariancji

Pacjenci, u których zastosowano zakotwienie szkieletowe częściej uprawiali sport od pacjentów z zakotwieniem zębowym ($p = 0,011$; ryc. 27).

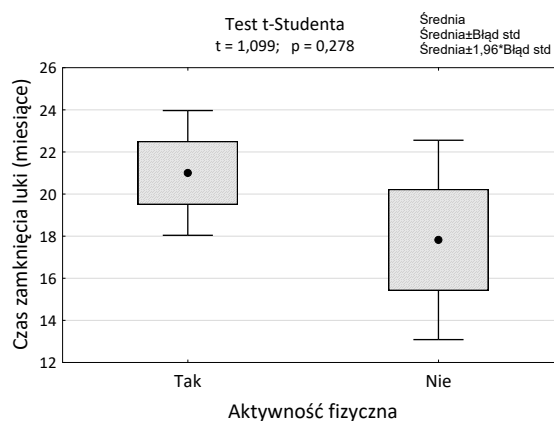


Ryc. 27. Aktywność fizyczna osób w grupach różniących się rodzajem zakotwienia i wynik testu istotności

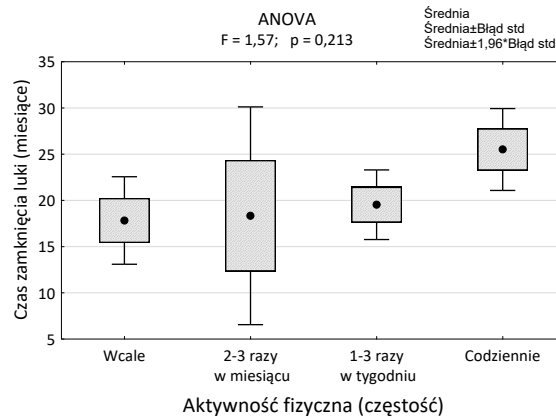
30 badanych osób (53,7%) wykazywała jakąkolwiek aktywność fizyczna. Różnica w średnim czasie trwania mezializacji w grupach różniących się uprawianiem sportu okazała się nieistotna (21,0 vs. 17,8 miesiące; $p = 0,278$; ryc. 28). Czas zamknięcia luki nie zależał również od częstości uprawiania sportu ($p = 0,213$; ryc. 29).

Tabela 9. Czas zamknięcia się luki poekstrakcyjnej (miesiące) w grupach pacjentów różniących się aktywnością fizyczną i wynik testu istotności t-Studenta

Czy uprawia Pani/Pan sport?	N (%)	Czas zamknięcia luki T _{ZL} (miesiące)	p
Tak	30 (73,2)	21,0 ± 8,3	0,278
Nie	11 (26,8)	17,8 ± 8,0	



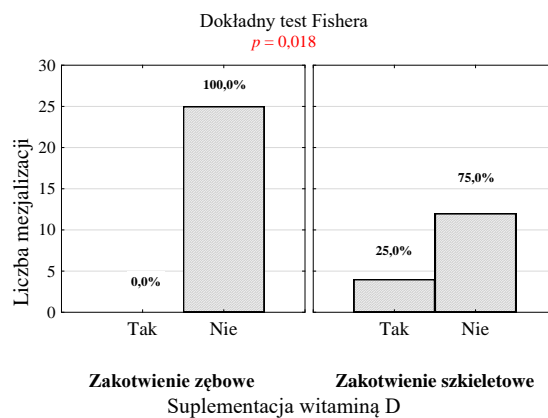
Ryc. 28. Czas zamknięcia luki poekstrakcyjnej u osób różniących się aktywnością fizyczną i wynik testu istotności



Ryc. 29. Czas zamknięcia luki poekstrakcyjnej u osób różniących się aktywnością fizyczną (częstość jej uprawiania) i wynik analizy wariancji

W badanej grupie żaden pacjent nie stosował diety. Pacjenci z zastosowanym zakotwieniem szkieletowym stosowali częściej suplementację witaminy D niż pacjenci z zakotwieniem zębowym (25% vs. 0%; $p = 0,018$; ryc. 30).

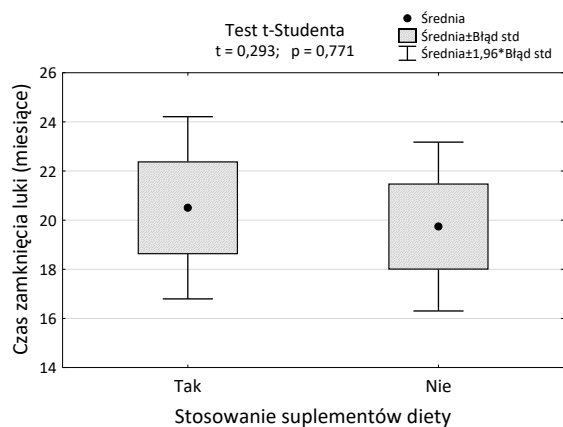
Suplementację diety w obu grupach stosowały 22 osoby (53,7%). Nie zaobserwowano istotnej statystycznie różnicy w średnim czasie trwania meżjalizacji (20,5 vs. 19,7 miesiące; $p = 0,771$; ryc. 31).



Ryc. 30. Liczba (odsetek) pacjentów suplementujących witaminę D i wynik testu Fishera

Tabela 10. Czas zamknięcia się luki poekstrakcyjnej (miesiące) w grupach pacjentów (całkowita liczba zębów) różniących się stosowaniem suplementacji diety i wynik testu istotności t-Studenta

Czy były stosowane suplementy diety?	N (%)	Czas zamknięcia luki T _{ZL}	
		(miesiące)	<i>p</i>
Tak	22 (53,7)	20,5 ± 8,9	0,771
Nie	19 (46,3)	19,7 ± 7,6	



Ryc. 31. Czas zamknięcia łuki poekstrakcyjnej u osób różniących się suplementacją diety i wynik testu istotności

Tabela 11. Liczba (odsetek) zębów poddanych mezjalizacji w grupach różniących się zakotwieniem i wyniki testów statystycznych

Cecha (zmienna)	Zakotwienie zębowe (N = 25)		Zakotwienie szkieletowe (N = 16)		p
	n	%	n	%	
Płeć:					
Żeńska	16	64,0%	8	50,0%	0,574
Męska	9	36,0%	8	50,0%	
Grupa wiekowa (rok życia):					
17 - 20	2	9,4%	0	0,0%	0,540
21 – 25	4	19,1%	3	18,7%	
26 – 30	7	33,3%	9	56,3%	
31 – 35	4	19,1%	2	12,5%	
36 - 50	4	19,1%	2	12,5%	
Mezjalizacja:					
Jednostronna	17	81,0%	16	100,0%	0,118
Dwustronna	4	19,0%	0	0,0%	
Położenie trzonowca w łuku:					
Retencja pionowa	6	24,0%	3	18,8%	1,000
Retencja mezjalnokątowa	19	76,0%	13	81,2%	
Uprawianie sportu:					
Tak	17	68,0%	13	81,3%	0,478
Nie	8	32,0%	3	18,7%	

Cecha (zmienna)	Zakotwienie zębowe (N = 25)		Zakotwienie szkieletowe (N = 16)		p
	n	%	n	%	
Częstość uprawiania sportu:					
Wcale	8	32,0%	3	18,7%	
2 – 3 razy na miesiąc	3	12,0%	0	0,0%	0,012
1 – 3 razy na tydzień	13	52,0%	6	37,6%	
Codziennie	1	4,0%	7	43,7%	
Suplementacja diety:					
Nie	16	64,0%	6	37,5%	0,181
Tak:	9	36,0%	10	62,5%	
Magnez	5	20,0%	6	37,5%	0,383
Witamina A	0	0,0%	1	6,3%	0,392
Witamina B	6	24,0%	3	18,7%	1,000
Witamina C	5	20,0%	4	25,0%	0,717
Witamina D	0	0,0%	4	25,0%	0,018
Witamina K	1	4,0%	2	12,5%	0,550

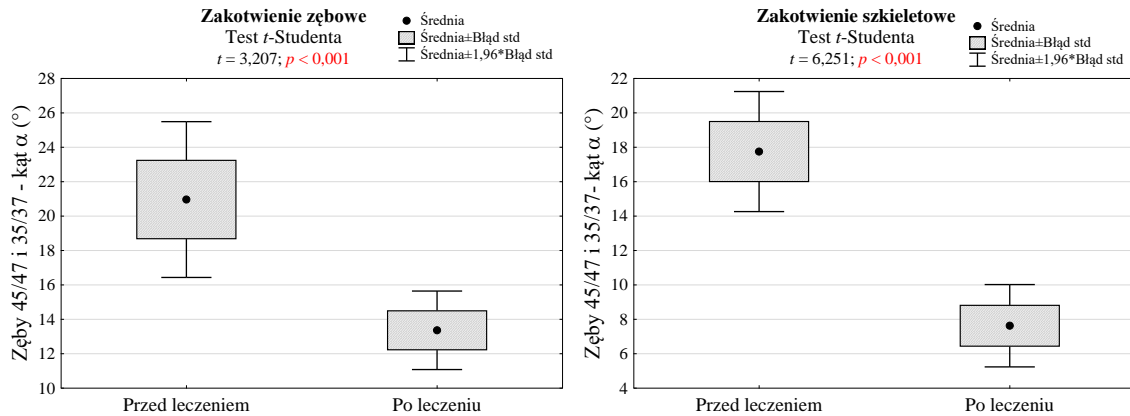
5.2. Wyniki analizy zdjęcia panoramicznego

Wyniki analizy zdjęć panoramicznych wykonanych przed i po mezjalizacji zębów trzonowych żuchwy w grupach różniących się rodzajem zakotwienia zamieszczono w tabeli 14.

Tabela 12. Wyniki analizy zdjęć panoramicznych w obu grupach przed i po leczeniu

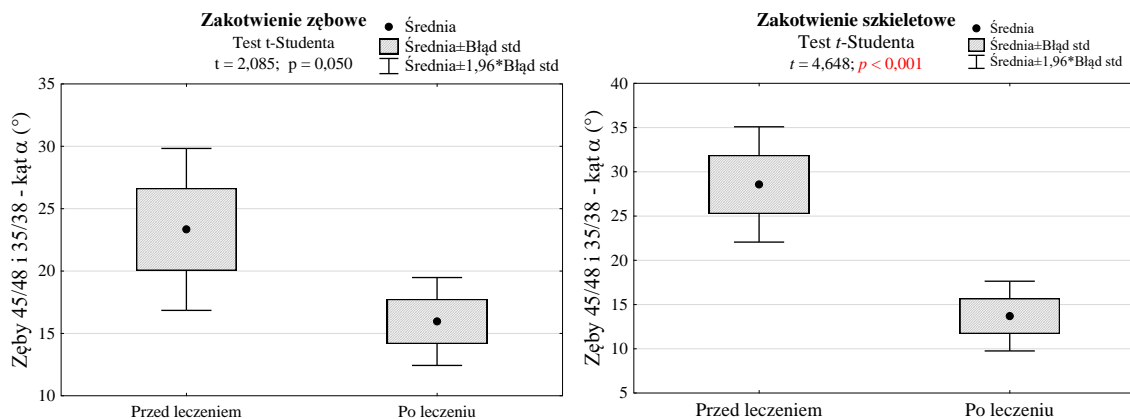
	Grupa A (zakotwienie zębowe) N = 25 zębów			Grupa B (zakotwienie szkieletowe) N = 16 zębów		
	Przed leczeniem	Po leczeniu	p	Przed leczeniem	Po leczeniu	p
α (°) 45/47 35/37	21,0 ± 11,5	13,4 ± 5,8	<0,001	17,8 ± 7,1	7,6 ± 4,9	<0,001
α (°) 45/48 35/37	21,2 ± 15,0	15,9 ± 8,0	0,101	28,6 ± 13,3	13,7 ± 8,0	<0,001
α (°) 47/48 35/37	12,8 ± 12,2	6,2 ± 4,9	0,031	15,9 ± 13,9	7,6 ± 6,5	0,031

W obu grupach zakotwień zmiana kąta α między zębami 45/47 i 35/37 przed i po leczeniu była statystycznie istotna ($p < 0,001$; ryc. 32). W grupie zakotwień zębowych średnia zmiana wynosiła $\Delta\alpha = 7,6^\circ$, a w grupie zakotwień szkieletowych $\Delta\alpha = 10,1^\circ$.



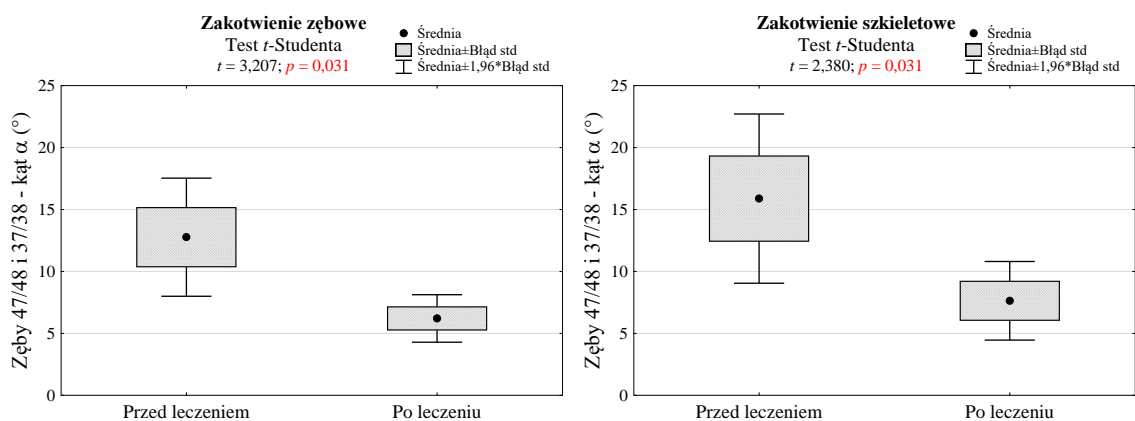
Ryc. 32. Kąty α między zębami 45/47 lub 35/37 przed i po leczeniu w grupach różniących się rodzajem zakotwienia i wyniki testu istotności dla zmiennych powiązanych

W grupie zakotwień szkieletowych zmiana kąta α między zębami 45/48 i 35/38 przed i po leczeniu była statystycznie istotna ($p < 0,001$; ryc. 33). Wynosiła ona średnio $\Delta\alpha = 14,9^\circ$.



Ryc. 33. Kąty α między zębami 45/48 lub 35/38 przed i po leczeniu w grupach różniących się rodzajem zakotwienia i wyniki testu istotności dla zmiennych powiązanych

W obu grupach zakotwień zmiana kąta α między zębami 47 i 48/37 i 38 przed i po leczeniu była statystycznie istotna ($p = 0,031$; ryc. 34). W grupie zakotwień zębowych średnia zmiana wynosiła $\Delta\alpha = 6,6^\circ$, a w grupie zakotwień szkieletowych $\Delta\alpha = 8,2^\circ$.



Ryc. 34. Kąty α między zębami 47/48 lub 37/38 przed i po leczeniu w grupach różniących się rodzajem zakotwienia i wyniki testu istotności dla zmiennych powiązanych

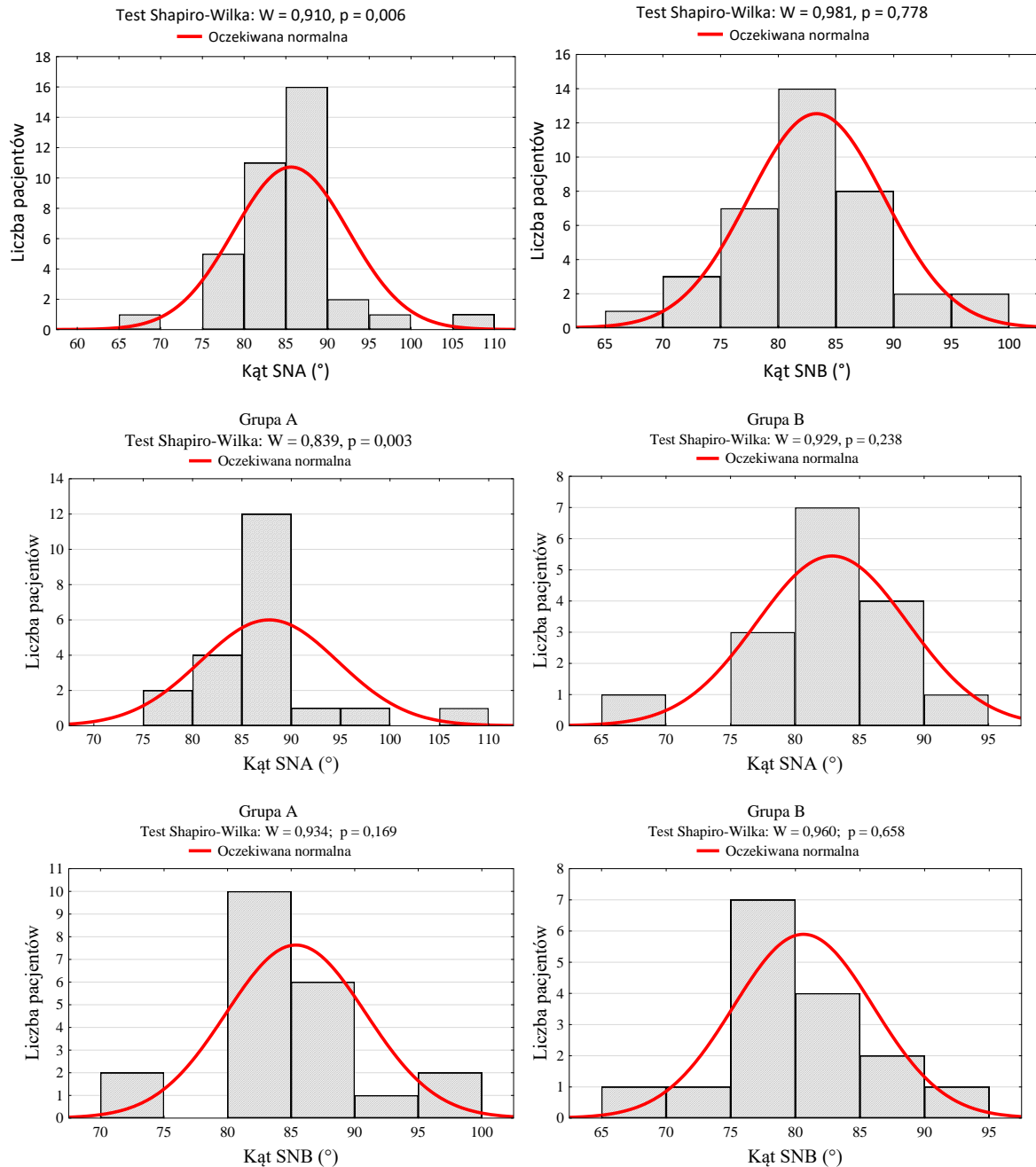
Nie zaobserwowano istotnej statystycznie różnicy między zakotwieniem zębowym i szkieletowym pod względem resorpcji trzonowców 35/45 i 37/47 ($p > 0,05$). Wyniki porównań zamieszczono w tabeli 15.

Tabela 13. Liczba (odsetek) luk poekstrakcyjnych poddanych mezjalizacji w grupach różniących się zakotwieniem i resorpcją zębów oraz wyniki testów statystycznych

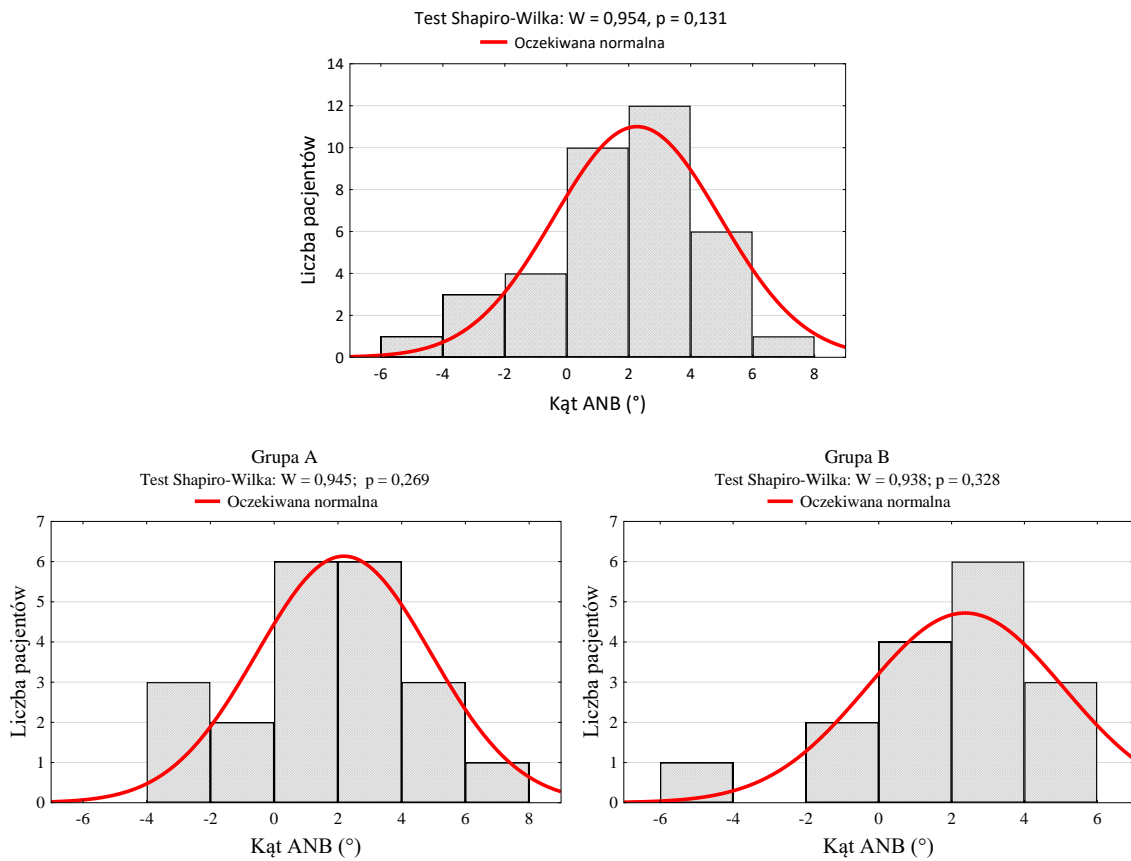
Cecha (zmienna)	Zakotwienie zębowe (N = 25)		Zakotwienie szkieletowe (N = 16)		p
	n	%	n	%	
Położenie w łuku zębowym:					
Retencja pionowa	6	24,0%	2	12,5%	0,151
Retencja mezjalnokątowa	0	0,0%	2	12,5%	
Położenie mezjalnokątowe	19	76,0%	12	75,0%	
Resorpcja 35/45:					
A	10	40,0%	4	25,0%	0,054
B	5	20,0%	4	25,0%	
C	0	0,0%	4	25,0%	
Brak	10	40,0%	4	25,0%	
Resorpcja 37/47:					
A	7	28,0%	5	31,2%	0,477
B	3	12,0%	4	25,0%	
Brak	15	60,0%	7	43,8%	

5.3. Wyniki analizy zdjęcia cefalometrycznego

Poniżej przedstawiono histogramy wyników pomiaru kątów SNA, SNB oraz ANB przed leczeniem oraz wyniki testów normalności rozkładów w rozkładzie na obie grupy badane (ryc. 36, ryc. 37).

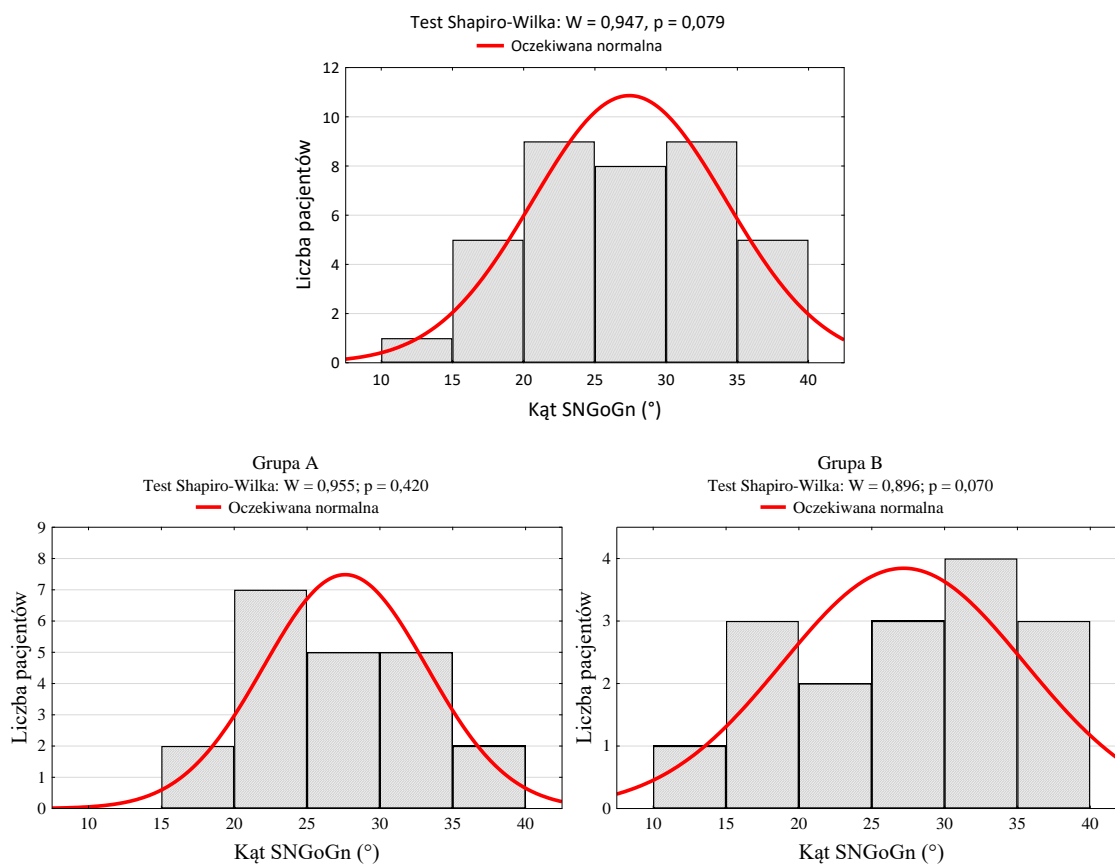


Ryc. 35. Histogramy wyników pomiaru kąta SNA i kąta SNB przed leczeniem oraz wyniki testów normalności rozkładów



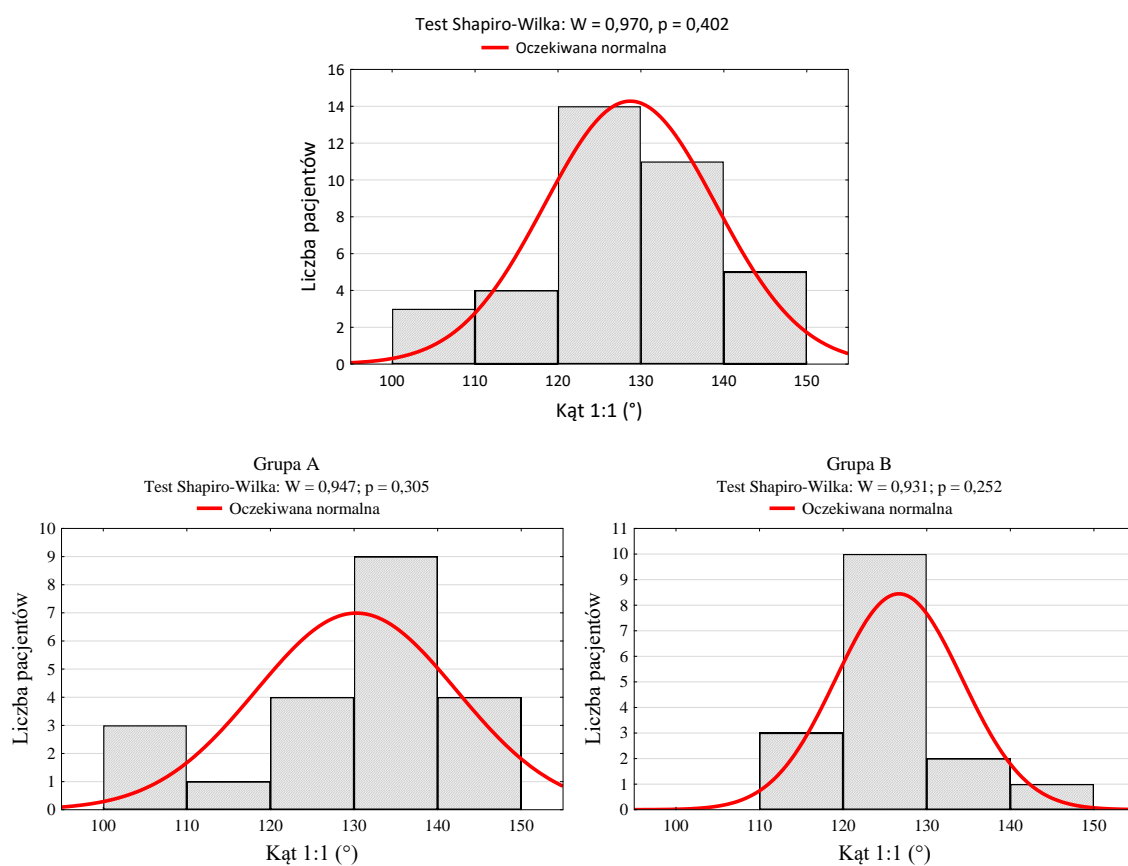
Ryc. 36. Histogramy wyników pomiaru kąta ANB przed leczeniem oraz wynik testu normalności

Na rycinie 37 przedstawiono wynik pomiaru kąta SNGoGn przed leczeniem wraz z wynikiem testu normalności w obu badanych grupach.

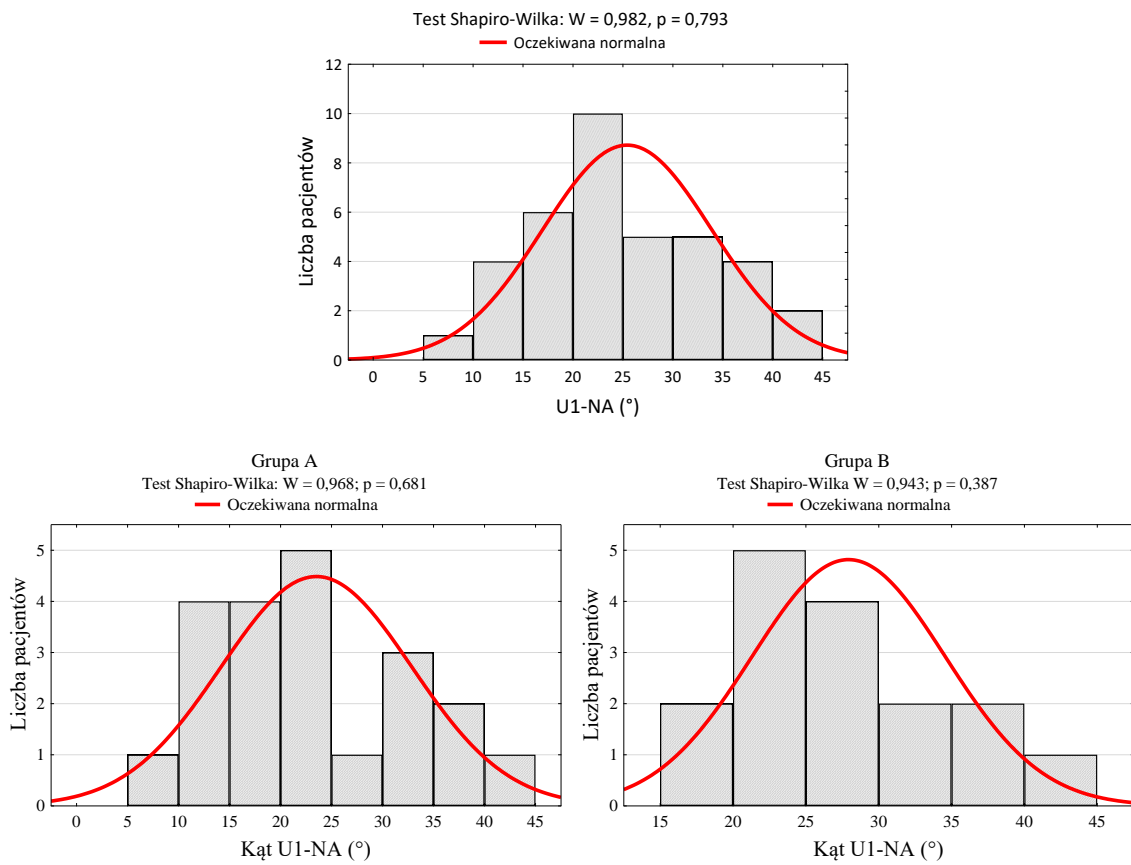


Ryc. 37. Histogramy wyników pomiaru kąta SNGoGn przed leczeniem oraz wynik testu normalności

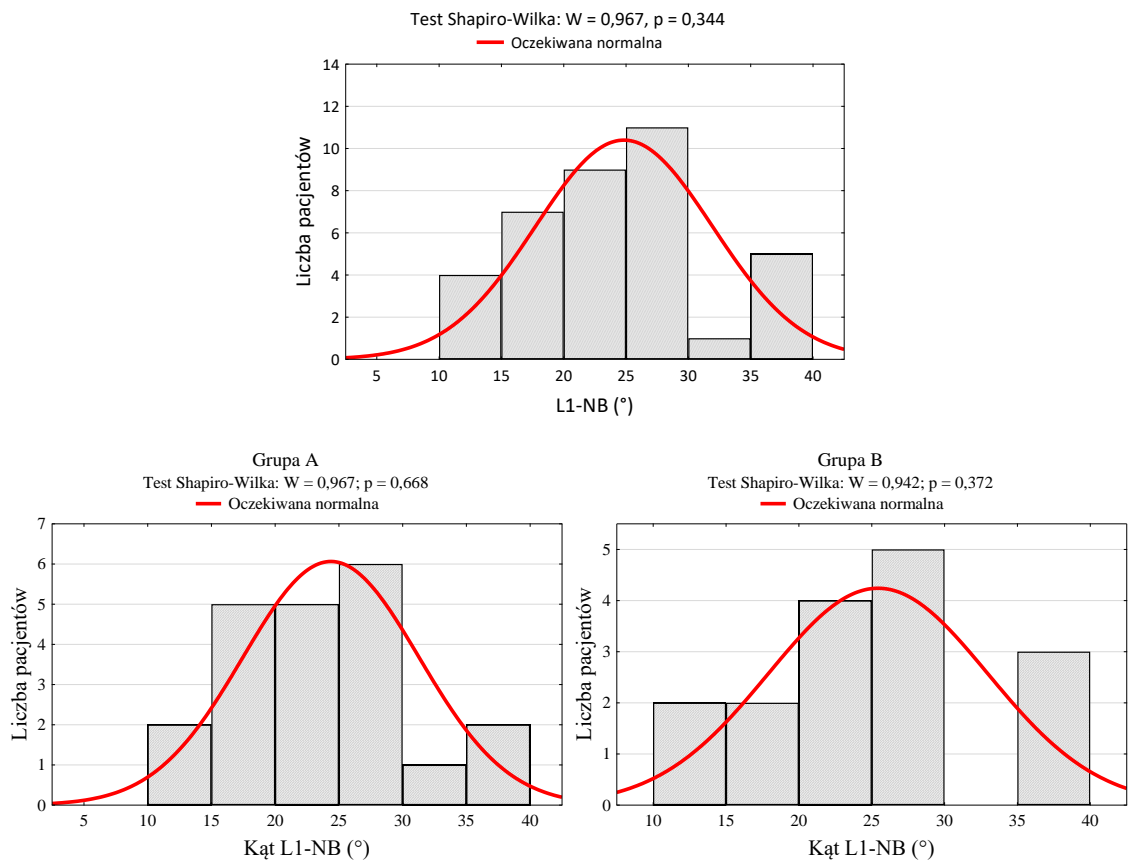
Relacje zębowe i międzyzębowe przed leczeniem oraz wyniki testu normalności w obu grupach obrazują ryciny 38, 39, 40 oraz 41.



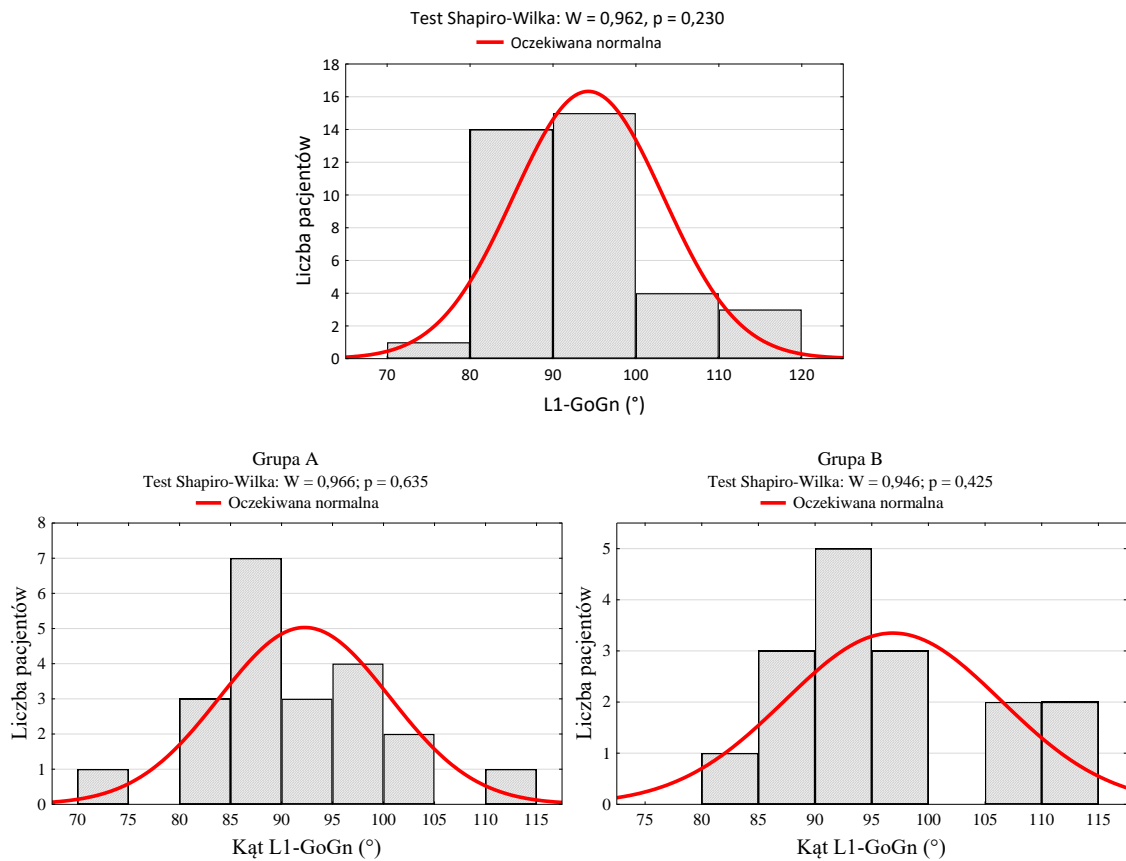
Ryc. 38. Histogramy wyników pomiaru kąta 1:1 przed leczeniem oraz wynik testu normalności



Ryc. 39. Histogramy wyników pomiaru kąta U1:NA przed leczeniem oraz wynik testu normalności



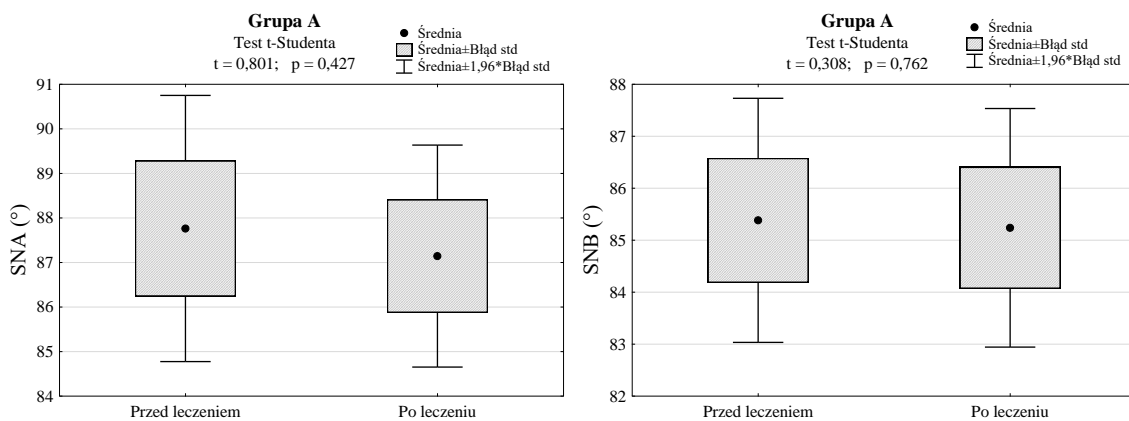
Ryc. 40. Histogramy wyników pomiaru kąta L1:NB przed leczeniem oraz wynik testu normalności



Ryc. 41. Histogramy wyników pomiaru kąta L1:GoGn przed leczeniem oraz wynik testu normalności

Wyniki analizy dwukrotnie wykonanych zdjęć radiologicznych (przed i po leczeniu) w grupie 21 pacjentów, u których zastosowano zakotwienie zębowe (grupa A) i w grupie 17 pacjentów z mezjalizacją z zakotwieniem szkieletowym (grupa B) zamieszczono w tabeli 16.

W grupie A (zakotwienie zębowe) różnice kątów SNA, SNB i ANB przed i po leczeniu nie uległy istotnym zmianom ($p > 0,05$).

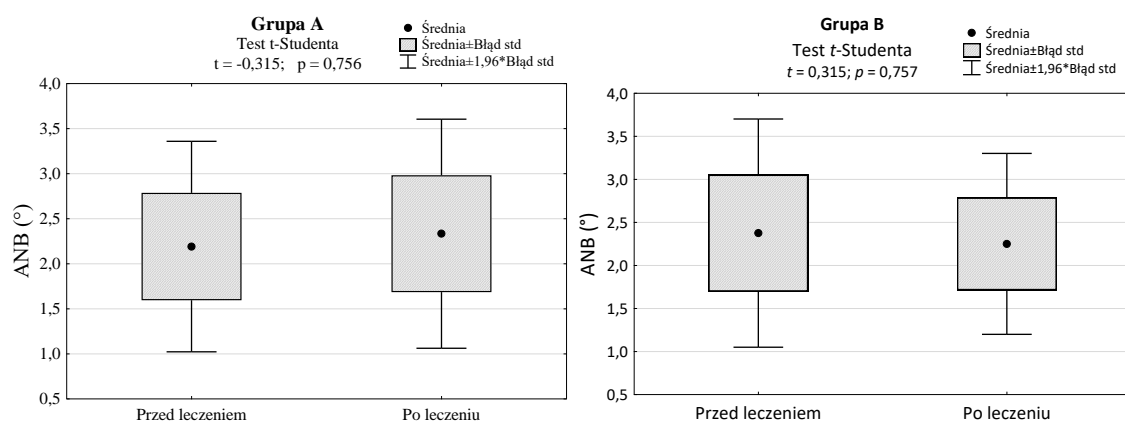


Ryc. 42. Kąty SNA i SNB przed i po leczeniu w grupie A pacjentów z zakotwieniem zębowym i wyniki testów istotności (test t-Studenta dla zmiennych powiązanych)

W grupie B zarówno kąty SNA jak i SNB istotnie zwiększyły się po leczeniu (kąąt SNA średnio o 2,1°, a kąąt SNB średnio o 2,2°; ryc. 43). Zmiany te nie miały jednak istotnego wpływu na zmianę kąąta ANB, który zmniejszył się średnio o 0,1° (ryc. 44).



Ryc. 43. Kąąty SNA i SNB przed i po leczeniu w grupie B pacjentów z zakotwieniem zęąbowym i wyniki testów istotności (test t-Studenta dla zmiennych powiązanych)



Ryc. 44. Kąąt ANB przed i po leczeniu w porównaniu obu grup i wynik testu istotności (test t-Studenta dla zmiennych powiązanych)

Tabela 14. Wyniki analizy Steinera – wartości kąąw ($M \pm SD$) w obu grupach przed i po leczeniu

Kąąty (°)	Grupa A (zakotwienie zęąbowe) $N = 21$ osób			Grupa B (zakotwienie szkieletowe) $N = 16$ osób		
	Przed leczeniem	Po leczeniu	p	Przed leczeniem	Po leczeniu	p
ANB	$2,2 \pm 2,7$	$2,3 \pm 3,0$	0,756	$2,4 \pm 2,7$	$2,3 \pm 2,1$	0,757
SNA	$87,8 \pm 7,0$	$87,1 \pm 5,0$	0,427	$82,9 \pm 5,9$	$85,0 \pm 5,2$	0,006
SNB	$85,4 \pm 5,5$	$85,2 \pm 5,4$	0,762	$80,6 \pm 5,4$	$82,8 \pm 4,7$	0,015
1:1	$130,3 \pm 12,0$	$129,1 \pm 8,0$	0,710	$126,7 \pm 7,6$	$126,2 \pm 9,2$	0,848
SNGoGn	$27,6 \pm 5,6$	$27,1 \pm 5,3$	0,390	$27,2 \pm 8,3$	$26,8 \pm 8,8$	0,635

Kąty (°)	Grupa A (zakotwienie zębowe) N = 21 osób			Grupa B (zakotwienie szkieletowe) N = 16 osób		
	Przed leczeniem	Po leczeniu	<i>p</i>	Przed leczeniem	Po leczeniu	<i>p</i>
U1-NA	23,5 ± 9,3	26,0 ± 8,4	0,203	27,9 ± 6,6	26,7 ± 6,2	0,549
L1-NB	24,4 ± 6,9	22,5 ± 6,2	0,333	25,4 ± 7,5	23,6 ± 6,3	0,310
L1-GoGn	92,3 ± 8,3	91,3 ± 4,4	0,603	96,9 ± 9,5	92,8 ± 5,8	0,044

ANB – kąt zawarty między liniami NA i NB, SNA - kąt przednio-tylnego położenia szczęki względem podstawy czaszki, SNB - kąt przednio-tylnego położenia żuchwy względem podstawy czaszki, 1:1 - kąt międzysieczny, SNGoGn - kąt żuchwy, U1-NA - kąt inklinacji górnych siekaczy, L1-NB - kąt inklinacji dolnych siekaczy, L1-GoGn - kąt wychylenia dolnych siekaczy, *p* - poziom istotności testu, M - średnia, SD - odchylenie standardowe

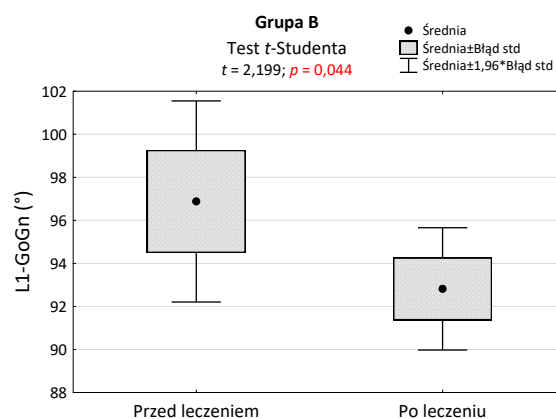
W obu grupach zmiana kąta 1:1 po leczeniu okazała się statystycznie nieistotna (w grupie A kąt zmniejszył się średnio 1,1°, a w grupie B średnio o 0,5°).

Również zmiany kąt SNGoGn po leczeniu w obu grupach okazały się statystycznie nieistotne (w grupie A kąt SNGoGn zmniejszył się średnio o 0,5°, a w grupie B średnio o 0,4°).

Zmiana kąta U1:NA po leczeniu okazała się w obu grupach statystycznie nieistotna (w grupie A kąt U1:NA zwiększył się średnio o 2,4°, a w grupie B zmniejszył się średnio o 1,3°).

Zmiana kąta L1:NB po leczeniu w obu grupach była statystycznie nieistotna (w grupie A kąt L1:NB zmniejszył się średnio o 1,9°, a w grupie B zmniejszył się średnio o 1,8°).

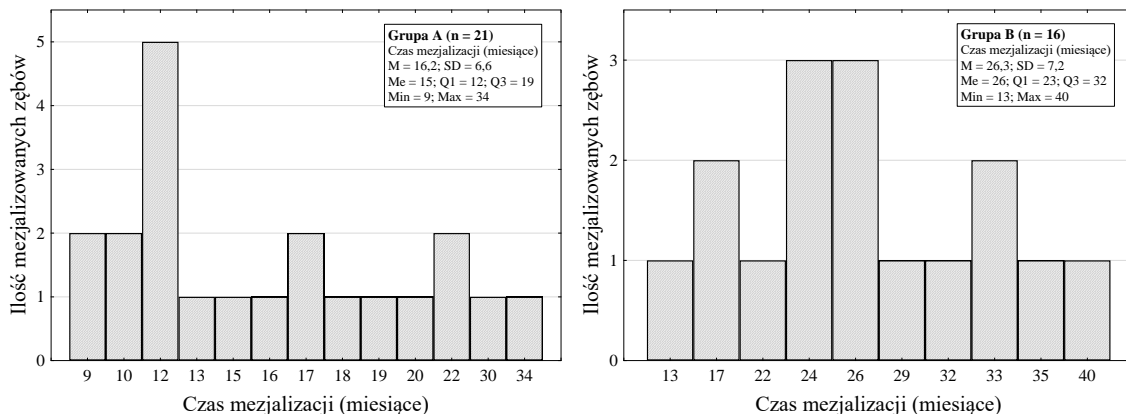
Zmiana kąta L1:GoGn po leczeniu w grupie A była statystycznie nieistotna (kąt L1:GoGn zmniejszył się średnio o 1,0°). Natomiast w grupie B zmiana była statystycznie istotna (kąt L1:GoGn zmniejszył się średnio o 4,1°; ryc. 45).



Ryc. 45. Kąt L1:GoGn przed i po leczeniu w grupie B (pacjentów z zakotwieniem zębowym) i wynik testu istotności (test t-Studenta dla zmiennych powiązanych)

5.4. Całkowity czas zamknięcia luki w grupach różniących się rodzajem zakotwienia

Rozkład czasu trwania mezializacji w obu grupach przedstawia rycina nr 46.



Ryc. 46. Histogram czasu trwania mezializacji trzonowców oraz podstawowe statystyki opisowe: M - średnia; SD - odchylenie standardowe; Me - mediana (50%); Q1 - kwartył dolny (25%); Q3 - kwartył górny (75%); Min - wartość najmniejsza; Max - wartość największa

Całkowity czas zamknięcia luki zależał od zastosowanego zakotwienia (był krótszy przy zakotwieniu zębowym; ryc. 47), od warunków anatomicznych, osobniczych predyspozycji, pojawiających się działań niepożądanych, wymajających czasowego odstawiania siły mezializujące jak np. przy rotacji drugiego przedtrzonowca żuchwy, utraty stabilności mikroimplantu.



Ryc. 47. Czas całkowitego zamknięcia luki ekstrakcyjnej w grupach różniących się rodzajem zastosowanego zakotwienia i wynik testu istotności

Prędkość zamykania luki poekstrakcyjnej przy zastosowaniu zakotwienia zębowego była większa w porównaniu z zakotwieniem szkieletowym średnio o 0,18 mm/miesiąc (0,53 vs. 0,35 mm/mies.; p = 0,002). Prędkości na poszczególnych etapach leczenia w obu grupach różniących się zakotwieniem zamieszczono w tabeli 17.

Jednostajność (stabilność) prędkości v zmiany luki poekstrakcyjnej oceniano współczynnikiem zmienności prędkości miesięcznej V_v (mm/miesiąc):

$$V_v (\%) = SD_v / M_v * 100,$$

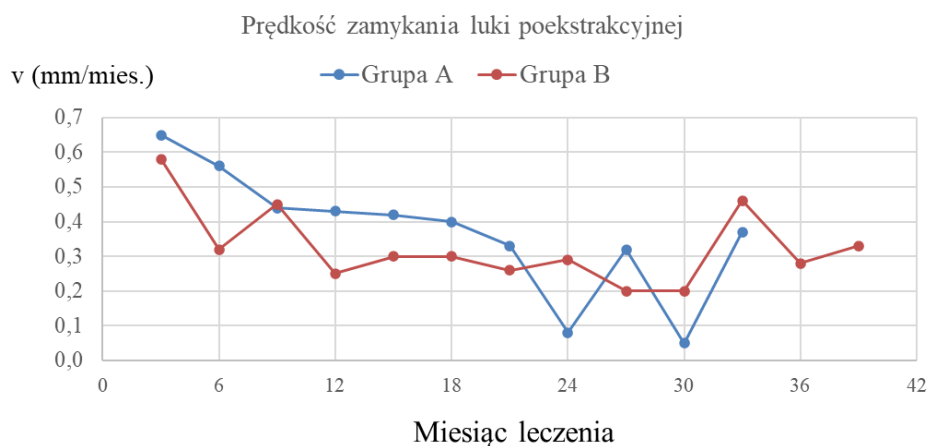
gdzie: V_v – współczynnik zmienności prędkości zmniejszania się luki poekstrakcyjnej, (%);

SD_v – odchylenie standardowe prędkości (mm/miesiąc);

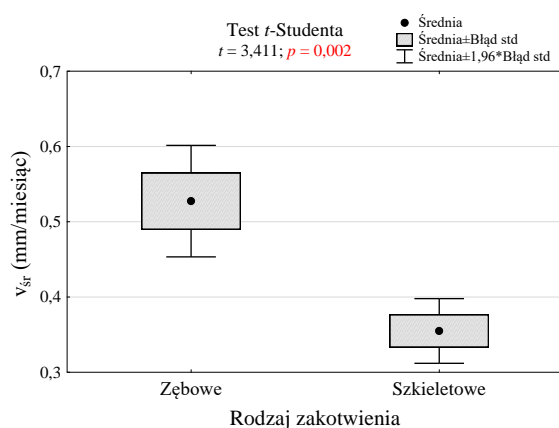
M_v – średnia arytmetyczna prędkości (mm/miesiąc).

Tabela 15. Prędkości zamykania luki poekstrakcyjnej w kolejnych miesiącach leczenia v_i (mm/miesiąc) w grupach różniących się rodzajem zakotwienia oraz prędkości średnie dla całego okresu leczenia (M_v), odchylenia standardowe (SD_v) i współczynniki zmienności V_v (%)

Miesiąc leczenia	v_i (mm/miesiąc)		p
	Zakotwienie zębowe	Zakotwienie szkieletowe	
3	0,65 ± 0,39	0,58 ± 0,30	0,544
6	0,56 ± 0,41	0,32 ± 0,28	0,051
9	0,44 ± 0,32	0,45 ± 0,19	0,937
12	0,43 ± 0,45	0,25 ± 0,31	0,189
15	0,42 ± 0,18	0,30 ± 0,28	0,198
18	0,40 ± 0,24	0,30 ± 0,16	0,239
21	0,33 ± 0,16	0,26 ± 0,14	0,351
24	0,08 ± 0,15	0,29 ± 0,28	0,239
27	0,32 ± 0,16	0,20 ± 0,11	0,249
30	0,05 ± 0,35	0,20 ± 0,12	0,386
33	0,37	0,46 ± 0,10	0,438
36	-	0,28 ± 0,06	-
39	-	0,33	-
M_v	0,53 ± 0,19	0,35 ± 0,09	0,002
SD_v	0,32 ± 0,20	0,25 ± 0,09	0,152
V_v	60,3%	74,2%	0,165



Ryc. 48. Prędkość zamykania łuki ekstrakcyjnej w grupach różniących się rodzajem zastosowanego



Ryc. 49. Prędkość zamykania łuki ekstrakcyjnej w grupach różniących się rodzajem zastosowanego zakotwienia i wynik testu istotności

Równomierność (jednostajność) ruchu w obu grupach była zbliżona (60,3% vs. 74,2%; $p = 0,165$).

5.5. Efekty uboczne i działania niepożądane

Podczas prowadzonego badania najczęstszym efektem niepożądanym występującym podczas prowadzonej terapii było nachylenie się korony drugiego trzonowca w kierunku łuki poekstrakcyjnej. Występowało ono zarówno podczas mezjalizacji z wykorzystaniem zakotwienia zębowego oraz wtedy, gdy w trakcie terapii stosowano TAD. Drugim niepożądanym efektem, który zaobserwowano w obu grupach, było otwieranie się zgryzu przy mezjalizacji drugiego trzonowca. Zgryz otwierał się jednostronnie przy próbie uzyskania ruchu równoległego, mimo stosowania twardego i grubego łuku stalowego (17x25 SS). Grubszego łuku nie stosowano, ze względu na zbyt duże tarcie, które uzyskiwane by było w rurce policzkowej. Aby rozwiązać ten problem wspierano się wyciągami elastycznymi

celem zamknięcia zgryzu. Siła wyciągu nie był przykładana do zęba, który był mezjalizowany, by nie dokładać dodatkowej siły mezjalizującej, wspomagającej przesuwania go w kierunku luki poekstrakcyjnej. Najczęściej rozpinany był od trzeciego trzonowca w żuchwie, trójki górnej oraz trójki dolnej po stronie otwierającego się zgryzu przy mezjalizacji drugiego trzonowca żuchwy.

Efekty uboczne, które występowały tylko w grupie, gdzie wykorzystywano zakotwienie zębowe, to: rotacja drugiego przedtrzonowca, jego dystalizacja w kierunku luki poekstrakcyjnej oraz nachylenie się zębów przednich, przesunięcia zębów w kierunku luki (zębowe przesunięcie linii pośrodkowej w stronę przesuwanego zęba). Rozwiązanie tych problemów było następujące. W przypadku rotacji i dystalizacji drugiego przedtrzonowca siła mezjalizująca była czasowo odstawiana i położenie zęba było korygowane. Aby zapobiec przesuwaniu się zębów kotwiących w kierunku luki poekstrakcyjnej równoległe z siłą mezjalizującą, o trzeci trzonowiec był zahaczany wyciąg elastyczny wewnątrzustny II ej klasy o sile 3/16 6,5 oz, korygujący położenie zębów linii pośrodkowej, a dodatkowo jednocześnie mezjalizacji ulegał ząb trzeci trzonowy, skracając tym samym czas terapii.

W grupie z mezjalizacją drugiego trzonowca w oparciu o mikroimplant, efektem niepożądanym, który pojawiał się, była przedwczesna utrata mikroimplantu. Jako, że lokalizacja wszczepu zapewniała odpowiednie warunki kostne podłoża, to zapalenie błony śluzowej jamy ustnej spowodowane nieprawidłową higieną jamy ustnej było przyczyną utraty TAD. Żaden z pacjentów zakwalifikowanych do grupy, w której stosowano mikroimplant, nie chorował przewlekłe na żadną chorobę ogólnoustrojową (pytanie 5 z ankiety włączającej pacjentów w projekt badawczy).

Mniejszą liczbę efektów niepożądanych obserwowano w grupie z użyciem zakotwienia szkieletowego z użyciem mikroimplantu wkręcane pomiędzy korzenie pierwszego i drugiego przedtrzonowca w żuchwie.

Tabela 16. Najczęstsze efekty niepożądane występujące podczas terapii i ich rozwiązania kliniczne

Ząb/element dodatkowy	Rodzaj zakotwienia	Problem	Rozwiązanie problemu
drugi trzonowiec żuchwy	zębowe/szkieletowe	nachylanie się zęba w kierunku łuki poekstrakcyjnej przy mezjalizacji z użyciem łuku 17x25 SS	dogięcie pionizujące ząb drugi trzonowy
drugi trzonowiec żuchwy	zębowe/szkieletowe (rzadziej)	otwieranie się zgryzu po stronie mezjalizowanego zęba trzonowego	dogięcie pionizujące ząb drugi trzonowy (jeżeli ząb się nachylał w kierunku łuki poekstrakcyjnej), wyciąg trójkątny domykający zgryz w połączeniu z użyciem łuku w szczęce 19x25 SS o wartości 3/16 6,5 oz
drugi przedtrzonowiec żuchwy	zębowe	rotacja/dystalizacja	przerwanie czasowo siły mezjalizującej, korekta położenia drugiego przedtrzonowca
siekacze żuchwy	zębowe	nachylanie się zębów w kierunku łuki poekstrakcyjnej, przesunięcie linii pośrodkowej zębowej w żuchwie	zastosowanie wyciągu III-ciej klasy celem kontrowania działania siły po stronie przeciwnej do tej po której zamykano lukę poekstrakcyjną, stosowanie łańcuszka elastycznego celem kontrowania położenia linii pośrodkowej zębowej
TAD	szkieletowe	przedwczesna utrata wszczepu, spowodowana najczęściej nieprawidłową higieną	poprawa nawyków higienicznych, wygojenie stanu zapalnego, ponowne wszczepienie TAD

6. Dyskusja

6.1. Najczęstsze przyczyny braku zębowego oraz efekt wprowadzenia trzeciego zatrzymanego trzonowca do łuku zębowego

Podczas prowadzenia badań zachodziły różne sytuacje kliniczne prowadzące do powstania, a następnie konieczności zamykania luki poekstrakcyjnej zębami trzonowymi przez ich mezjalizację. W każdym przypadku obecne były trzecie trzonowce: wyrżnięte lub zatrzymane całkowicie lub częściowo. Często ząb pierwszy trzonowy był obecny w jamie ustnej, jednak był poważnie zajęty procesem próchnicowym lub w kości toczył się na tyle zaostrozony proces zapalny, że od razu kwalifikowany był do ekstrakcji. Niejednokrotnie zęby te były kierowane do ponownego leczenia endodontycznego. Najczęściej wymagało ono użycia mikroskopu endodontycznego (większe koszty leczenia, dłuższy i trudniejszy zabieg dla operatora) oraz nie dawało gwarancji, co do długoletniego przetrwania leczonego zęba w jamie ustnej i stabilności prowadzonego leczenia ortodontycznego. Na uwadze trzeba mieć fakt, że nie zawsze udaje się nawet po najbardziej poprawnie przeprowadzonym leczeniu endodontycznym uzyskać prawidłowej odbudowy zachowawczej czy protetycznej, a główną przyczyną utraty zębów po leczeniu endodontycznym jest ich nieprawidłowa rekonstrukcja (Sorensen JA. 1984, Weine FS.1991). Gdy dodatkowo stłoczenia w żuchwie przekraczały 9-10 mm, próba ich zachowania i leczenia była porzucana na rzecz ekstrakcji. Wynikało z tego, że gdyby nie zaplanowano usunięcia zęba/zębów, trzecie trzonowce w większości przypadków byłyby zakwalifikowane do usunięcia ze względu na późniejszą stabilność efektu leczenia po zakończonym leczeniu ortodontycznym aktywnym i retencyjnym. Wg Tavaresa, który badał najlepsze wskazania do ortodontycznego zamykania przestrzeni w przypadku agenezji dolnych drugich zębów przedtrzonowych, są nimi obecność nasilonych stłoczeń zębów lub protruzja obuszcżkowa (Tavares CAE. 2017).

W ramach prowadzonego badania do ekstrakcji zostało zakwalifikowanych ogółem 41 zębów trzonowych (u czterech pacjentów wykonano ekstrakcję obustronną). Luki, które powstały w wyniku usunięcia zębów zakwalifikowanych do ekstrakcji podczas planowania leczenia ortodontycznego, stanowiły 39% wszystkich zamykanych luk. Pacjenci z zaplanowaną ekstrakcją byli najliczniejszą grupą badanych, ze względu na podział na czas wykonania ekstrakcji. Dane z piśmiennictwa, podają, że odsetek usuwanych zębów ze wskazań ortodontycznych waha się w przedziale 25%-45,8% (Profit WR. 1994, Dardengo Cde S. 2016, Janson G. 2014, Moreira TC.1997, Peck S. 1979, 2017, Jackson TH. 2017, Tran

TT. 2015). Jackson i wsp. w swoich badaniach określają spadek wskaźnika ekstrakcji na przestrzeni lat 1973-2003 o 40,26%, a w latach do 2011 kolejny spadek o 14%. Z kolei wyniki badań przeprowadzonych przez Trana na Uniwersytecie Loma Linda w latach 2010-2014 mówią, że ekstrakcje ortodontycznych stanowią 23,7%, a Dardengo ustalił ten odsetek na poziomie 40,8% na przełomie lat 1980-2011 z spadkiem o 20,7%. Ze względu na samą tematykę pracy, jest naturalnym, że odsetek zaplanowanych ekstrakcji ortodontycznych w badanej grupie był relatywnie większy. Badania donoszą jednak o znaczącym tendencji spadku ekstrakcji w ciągu ostatnich 30-40 lat. Traktują one o tym, że zabieg usunięcia zęba podczas planowania leczenia ortodontycznego, a następnie zamykanie luk poekstrakcyjnych, wpływa na brak stabilności efektu leczenia, powstawanie resorpcji, nieestetyczny wynik położenia tkanek miękkich oraz oczywiście wydłużony czas leczenia (Profit WR. 1994, Little RM. 1990, Iared W. 2017).

Część pacjentów zgłaszało się do gabinetu już z obecnymi brakami zębowymi. Niektórzy z nich byli na tyle świadomi, że sami proponowali zamknięcie luki. Świadomie godzili się na wydłużenie czasu leczenia ortodontycznego oraz podejmowali ryzyko braku całkowitego zamknięcia luki. Z obserwacji klinicznych wynika, że woleli oni zamknąć lukę własnymi zębami, niż wszczepiać implanty zębowe. O wyborze tej metody decydowały przede wszystkim względy finansowe, brak potrzeby wykonywania zabiegu chirurgicznego oraz wykonywania odbudów protetycznych w postaci koron zębowych na implantach. Przy mezializacji zębów trzonowych podczas badania stosowany był łuk o mniejszej średnicy niż polecany w badaniach Chhibbera A. z 2015 roku, ze względu na eliminację nadmiernego tarcia w rurce policzkowej przy przesuwaniu trzonowca.

Boley i wsp. twierdzą, że na pierwszym miejscu powinniśmy opierać się na właściwej diagnostyce oraz na planie leczenia ułożonym indywidualnie dla pacjenta (uwzględniającego wszystkie plusy i minusy wykonania ekstrakcji versus pozostawienia w łuku zębowym pierwszego zęba trzonowego w żuchwie) (Boley JC. 1998).

6.2. Porównanie wyników całkowitego czasu zamknięcia luki w grupach różniących się rodzajem zakotwienia oraz jednostajności ruchu zębów w obu grupach badawczych

Głównym założeniem pracy badawczej była ocena szybkości zamknięcia się luki poekstrakcyjnej po pierwszym trzonowcu żuchwy przez mezializacje drugiego trzonowca w dwóch grupach badawczych. Porównywano szybkość zamykania się luki w grupie

z zakotwieniem zębowym (A) do grupy, w której stosowano jako wsparcie mezjalizacji mikroimplant ortodontyczny (B).

Aby wystąpił ruch zęba, trzeba zastosować siły ciągłe działające przez stosunkowo długi czas, minimum 4-8 godzin. Barlow podaje, że przy przyłożeniu ciągłej siły ząb ulega przesunięciu w tempie 0,8-1,2 mm/miesiąc (Barlow M. 2008). Z badań własnych wynika, że całkowity czas zamknięcia się luki w zależności od zastosowanego zakotwienia był krótszy przy zastosowaniu zakotwienia zębowego. Prędkość zamykania luki poekstrakcyjnej była większa w porównaniu z zakotwieniem szkieletowym średnio o 0,18 mm/miesiąc (0,53 vs. 0,35 mm/miesiąc) i jest to różnica istotna statystycznie. Otrzymano wynik sugerujący wolniejsze przesuwanie się zęba niż Barlow, jednak trzeba wziąć pod uwagę, że badano przesunięcie zęba trzonowego który jest zębem wielokorzeniowym, o dużej powierzchni ozębnej, odpowiedź biologiczna na działającą siłę zależy w tym przypadku nie tylko od wielkości siły, ale także od pola ozębnej, na które działająca siła się rozkłada (Antoszevska J. 2009).

Do zamykania przestrzeni, niezależnie od zastosowanego rodzaju zakotwienia, używano sprężyn NiTi zamkniętych o różnym punkcie przyłożenia siły w zależności od badanej grupy. Szybkość zamykania się przestrzeni ortodontycznej przy użyciu sprężyn NiTi zamkniętych wg piśmiennictwa wynosi średnio 0,91 mm/miesiąc (0,23 mm/tydzień) (Cox C. 2014), 0,20-0,26 mm/tydzień (Nightingale C. 2003, Dixon V. 2002, Samuels RH. 1998). Dixon i wsp., podobnie jak w badaniu autorskim, stosował metodę pomiaru pozostałej w trakcie zamykania przestrzeni luki za pomocą suwmiarki na odlewach gipsowych, co jest prawdopodobnie znacznie dokładniejsze niż wewnątrzustne pomiary.

Metzner porównywał prędkość protrakcji trzonowców u pacjentów leczonych aparatami językowymi z dodatkowym wsparciem aparatu Herbsta lub TAD. Wynosiła ona 0,51 (mm/miesiąc) u osób leczonych aparatem Herbsta i 0,35 w przypadku zakotwiczenia za pomocą TAD (Metzner R. 2015), Nagaraj i Dixon, również otrzymali wyniki na podobnym poziomie (Nagaraj K. 2008, Dixon 2002), podczas gdy inni autorzy donosili o średniej prędkości protrakcji do 0,76 mm/miesiąc, stosując sprężyny NiTi zamknięte i zrównoważone zakotwiczenie pomiędzy sześcioma zębami przednimi, a drugim przedtrzonowcem i pierwszym trzonowcem tylnym (Samuels RH. 1998). Zamykanie przestrzeni po ekstrakcji nie odbywa się w sposób liniowy, może wynosić do 0,86 mm w ciągu pierwszych miesięcy, a następnie, postępuje wolniej, w tempie około 0,3 mm/miesiąc (Graber L. 2011). Zauważono to również w badaniach własnych, chociaż ten aspekt nie był bezpośrednio poddany pomiarom.

W badaniu porównywano nie tylko szybkość zamknięcia się luki, ale również jego jednostajność. W obu grupach była ona zbliżona, choć ruch bardziej równomierny następował przy zamykaniu się luki przy użyciu mikrośruby ortodontycznej w porównaniu do tradycyjnego zakotwienia zębowego (74,2% vs. 60,3%), nie jest to jednak wynik istotny statystycznie. Z obserwacji własnych wynika, że wybór zakotwienia szkieletowego pozwala na otrzymanie bardziej przewidywalnego wyniku terapeutycznego. Pomimo szybszego zamykania się luk przy zastosowaniu zakotwienia zębowego, w tej grupie występowało więcej efektów ubocznych takich jak nachylenie się korony zęba drugiego trzonowego, utrata zakotwienia w łuku dolnym lub przesuwanie się zębów w kierunku luki poekstrakcyjnej z jednoczesną utratą relacji zgryzowych, triad czynnościowych, przesunięciem linii pośrodkowej w stronę zamykanej luki. Mechanizmy retrakcji/protrakcji oparte na tarciu mają wady takie jak: przechylenie się zęba ciągniętego, utrata zakotwiczenia i zmiana położenia siekaczy (wydłużenie, przechylenie) (Gjessing P. 1985). Akin Ş. w swoich badaniach porównywał szybkość retrakcji kłów w oparciu o mikroimplant, gdzie przykładał siłę bezpośrednio do śruby lub z wykorzystywał ramię siły. Stwierdził, że miniśruby skutecznie przeciwdziałają utracie zakotwienia (Akin Ş. 2021).

Ostatecznie mimo szybszego zamknięcia luki poekstrakcyjnej tylko w oparciu o zakotwienie zębowe, końcowy czas leczenia do momentu zdjęcia aparatu stałego nie skracał się, a nawet dodatkowo wydłużał, z powodu konieczności korekty efektów ubocznych. Docelowo, zapobiegawczo u wszystkich pacjentów z tej grupy, stosowano, jako przeciwdziałanie powstawania tego typu efektów ubocznych, kontrujący wyciąg elastyczny II-giej klasy z siłą przyłożoną do trzeciego trzonowca żuchwy. Dodatkowo była to siła, która pozwalała na mezjalny ruch trzonowca, co skutkowało skróceniem czasu leczenia tak, aby nie narażać pacjenta np. na ryzyko powstania recesji korzeniowych. Dixon w swoim badaniu z 2002 roku nie stwierdził wpływu wyciągów międzyszczękowych na szybkość zamykania się luk (Dixon V. 2002) Niestety, zależność od stosowania wyciągów elastycznych niesie za sobą niebezpieczeństwo braku współpracy pacjenta, a co za tym idzie braku oczekiwanego efektu terapeutycznego (Nanda RS. 1992, Bartsch A. 1993). Leone i współpracownicy badali interakcję między specjalistą a pacjentem za pośrednictwem technologii mediów społecznościowych. Dowiedli, że w grupie, do której wysyłano wiadomości z mediów społecznościowych przypominające o konieczności noszenia wyciągów wewnątrzustnych, zaobserwowano trzykrotnie większy efekt ($p < .001$) związany z ich użyciem (Leone SMM. 2019).

W przypadku zakotwienia szkieletowego można spodziewać się bardziej przewidywalnego efektu związanego z uzyskaniem zakotwienia absolutnego, a dodatkowo nie ma potrzeby tak bezwzględnej współpracy pacjenta. Obserwacje te są zgodne z wynikami badań sugerujących umieszczenie TAD w celu uzyskania zakotwienia absolutnego. Kecik, Thiruvengkatachari oraz Herman porównali wielkość utraty zakotwienia zaobserwowaną w pierwszych trzonowcach wzmocnionych TAD'ami i bez TAD podczas retrakcji kła. Stwierdzili, że nie doszło do utraty zakotwienia po stronie, po której umieszczono TAD. (Kecik D. 2016, Herman RJ. 2006, Thiruvengkatachari B. 2006). Z kolei Garfinkle i wsp. oceniali skuteczność TAD w celu zapewnienia zakotwienia całkowitego w celu zamknięcia przestrzeni między kłami w przypadku ekstrakcji przedtrzonowców i ustalili, że system ten nie spowodował jego utraty (Garfinkle JS. 2008). Nie stwierdzono natomiast, że zastosowanie śrub ortodontycznych w jakikolwiek sposób pozwala przyspieszyć bądź skrócić czas mezializacji. Do podobnych wniosków doszła Kecik w swoich badaniach (Kecik D. 2016).

6.3. Wpływ wieku i płci pacjenta na czas całkowitego zamknięcia się luk poekstrakcyjnych podczas mezializacji trzonowców

W prowadzonym badaniu nie zaobserwowano istotnie statystycznie korelacji pomiędzy wiekiem badanej osoby a czasem zamknięcia się luki ortodontycznej. Najdłużej mezializacja trwała w grupie pacjentów w wieku 26-30 lat czyli średnio 24,5 miesiąca. Ta grupa wiekowa była też grupą najliczniejszą, bo stanowiła 43,3% wszystkich badanych osób. Najkrócej luka zamykała się u osób badanych w przedziale 31-35 lat (średnio 15,3 miesiąca). Co prawda rzeczywiście najkrótszy czas zamknięcia luki obserwowano u najmłodszej grupy pacjentów, 13,5 miesiąca, jednak ze względu na małą liczebność grupy różnice czasów zamknięcia luki były nieistotne. Wiek może wpływać na szybkość retrakcji poprzez różne poziomy dojrzewania kości. Czas mezializacji u pacjentów różniących się płcią w badaniu autorskim był krótszy u kobiet niż u mężczyzn, średnio o 3,3 miesiąca, jednak nie była to różnica istotna statystycznie. Podobny wynik braku wpływu płci na ruch zębów otrzymał Liu XQ w badaniach z 2021 roku, gdzie obserwował ruch zębów bocznych po utracie kontaktów interproksymalnych i okluzyjnych. Doszedł on do wniosku, że trójwymiarowa pozycja zębów tylnych zmieniała się po utracie kontaktów interproksymalnych i okluzyjnych u dorosłych. U kobiet ruchy zębów były bardziej znaczące i szybsze niż u mężczyzn, jednak nie wykazał istotnej statystycznej różnicy wpływu płci na ruch zębów bocznych (Liu XQ. 2021). U kobiet znaczący wpływ na metabolizm kostny mają zmiany poziomu hormonów płciowych, zarówno te zachodzące na przestrzeni lat jak dojrzewanie, ciąża i okres okołomenopauzalny,

jak i te comiesięczne. Informacje pochodzące z badań przeprowadzonych na samicach zwierząt podają, że np. zmiany osteoporotyczne po owariektomii, mogą mieć wpływ na tempo przemieszczania się zębów (Mohammed AO. 2021). Niedobór estrogenów powoduje przyśpieszenie tempa ruchu zęba, jak sugeruje Mohammed AO, ale też wiąże się z zwiększoną resorpcją korzeni po ortodontycznym przemieszczeniu zębów, jak donosi Amaro ERS (Amaro ERS. 2020). Xu i wsp. zaproponowali nawet, aby wizyty aktywacyjne planować zgodnie z cyklem miesięczkowym, a siły ortodontyczne stosować po owulacji, by potencjalnie zwiększyć szybkość przemieszczania się zębów i skrócić czas leczenia ortodontycznego. Według nich czynniki endokrynologiczne regulujące cykl miesięczkowy mogą wpływać na resorpcję i apozycję kości pod wpływem działania sił ortodontycznych (Xu X. 2010). Pamiętać należy, że badania te były prowadzone ze względów etycznych na zwierzętach, a istnieją znaczne różnice między szczurami, kotowatymi i ludźmi, nie tylko w zakresie fizjologii kości, ale także w odniesieniu do charakterystyki cyklu miesięczkowego.

6.4. Zależność czasu, jaki minął od wykonania ekstrakcji do momentu rozpoczęcia mezjalizacji, na szybkość zamykania się luki

W badaniu najliczniejszą grupą (39%) była grupa osób, u których zaplanowano ekstrakcje pierwszego zęba trzonowego w żuchwie podczas planowania leczenia ortodontycznego. Jak wspomniano powyżej, przyczyny ekstrakcji były różne. Drugą pod względem liczebności (36,6%) była grupa, u której zdecydowano się na zamykanie luki powstałej powyżej 5 lat od rozpoczęcia leczenia ortodontycznego. Nie zaobserwowano różnicy w czasie trwania mezjalizacji zębów różniących się czasem ekstrakcji. W grupie osób z zaplanowaną ekstrakcją w trakcie ustalania planu leczenia czas zamknięcia luki wynosił około 23,3 miesiąca, gdzie w grupie, w której ekstrakcje wykonano ponad 5 lat temu, wynosił on średnio 17,2 miesiąca. Najkrócej zamykała się luka w grupie, gdzie ekstrakcja wykonana była w przedziale czasowym od pół roku do roku (17 miesięcy), jednak w tej grupie badana była tylko jedna osoba, więc wyników nie można uznać za wiarygodne. Podobnie w grupie, gdzie czas, jaki minął od ekstrakcji, wynosił od roku do 2 lat wstecz (dwie osoby w grupie badanej).

W ciągu pierwszych 6 miesięcy po usunięciu zęba dochodzi do znacznych zmian wymiarów grzbietu wyrostka zębodołowego. Te zmiany wymiarowo odpowiadają poziomej utracie kości od 29% do 63% (co odpowiada od 2,5 do 4,5 mm) i pionowej utracie kości od 11% do 22% (co odpowiada od 0,8 do 1,5 mm), przy czym dotyczą one głównie policzkowej strony grzbietu wyrostka (Araújo MG. 2000, Tan WL. 2012). W badaniach tych wykazano

szybkie zmniejszanie się wymiarów kości w ciągu pierwszych 3-6 miesięcy, po czym następowało stopniowe, wolniejsze, zmniejszanie się wymiarów w późniejszym okresie. Badania Trombelli i wsp. mówią, że po 6-8 tygodniach w większości przypadków utkana kość stanowiła $\geq 20\%$, a po 12-21 tygodniach w większości przypadków $\geq 33\%$ (Trombelli L. 2008). W badaniu własnym, nawet jeżeli ekstrakcja zęba była zaplanowana w trakcie planowania leczenia ortodontycznego, to realnie rozpoczęcie mezjalizacji trzonowców następowało około pół roku od jej wykonaniu. Brak statystycznej różnicy w czasie trwania mezjalizacji zębów różniących się czasem ekstrakcji potwierdzają wynik badań Araújo, Tan i Trombelli, które mówią, że największe zmiany w architekturze kości następują do 6 miesięcy po ekstrakcji. Po tym czasie zmiany utraty poziomu kości nie są tak gwałtowne, dlatego nie odnotowano wpływu czasu, jaki minął od czasu ekstrakcji na szybkość mezjalizacji zębów w lukę poekstrakcyjną.

6.5. Pierwotne położenie trzeciego trzonowca przed rozpoczęciem mezjalizacji a efekt wprowadzenia go do luku zębowego

U wszystkich pacjentów, u których występował zatrzymany trzeci trzonowiec w zuchwie, udało się doprowadzić do jego samoistnego wyrzynania przy przesuwaniu w lukę poekstrakcyjną drugiego zęba trzonowego. Stwierdzono podobnie jak w badaniach Baik UB., że na wyrzynanie trzeciego trzonowca nie miał wpływu kąt pomiędzy długą osią zatrzymanego zęba a powierzchnią okluzyjną. Ponieważ zęby wyrzynają się wraz z rozwojem korzeni, trzecie trzonowce położone bliżej płaszczyzny okluzyjnej wykazywały tendencję do większej mezjalizacji i większej szybkości erupcji. Większe tempo erupcji jest związane z wyższym wiekiem i wyższym stopniem Nolla (Baik UB. 2016, 2020, Marks SC. 1996, De-la-Rossa-Gay C. 2006, 2010). W autorskim badaniu 75,7% badanych stanowiły osoby po 25 roku życia, czyli takie, u których rozwój korzeni zębów ósmych uległ zakończeniu, obserwowano na zdjęciach pantomograficznych wykonanych przed leczeniem zamknięcie otworu wierzchołkowego oraz jednakową szerokość szpary ozębnej wokół korzenia. U wszystkich badanych trzecie trzonowce były przynajmniej w 8. stopniu wg skali Nolla i wyżej. Wysokie stadium rozwoju pozwoliło na samoistną erupcję zatrzymanych całkowicie lub częściowo zębów ósmych. Największą liczbę, bo aż 78,1% zatrzymanych zębów trzecich trzonowych stanowiły zęby o tak zwanym mezjalnokątowym typie zatrzymania, reszta zębów wykazywała retencję pionową. Jest to tożsame z badaniami Nadaes, gdzie na zdjęciu panoramicznym oceniono położenie 1756 dolnych trzecich trzonowców wg klasyfikacji

Witnera i 44,5% stanowiły zęby o położeniu mezjalnokątowym, a 24,9% o położeniu pionowym (Nadaes MR. 2016).

6.6. Wpływ diety i zastosowanej suplementacji oraz aktywności fizycznej na szybkość mezjalizacji

Badano wpływ diety i stosowanej suplementacji na szybkość zamykania się luki. Badana grupa była jednorodna statystycznie, wszyscy pacjenci w ankiecie włączającej do projektu podali, że nie stosują żadnej diety wykluczającej którekolwiek produkty. Z kolei, jeżeli chodzi o stosowane suplementy diety takie jak witamina D, K, C, witaminy z grupy A i magnez, 22 osoby czyli 55,7% badanych podało, że stosowało w trakcie badania którykolwiek z podanych wyżej suplementów (lub kilka z nich). Nie stwierdzono statystycznie istotnej różnicy w średnim czasie trwania mezjalizacji w grupie osób stosujących suplementy w stosunku do grupy, która takowych nie przyjmowała (20,5 vs 19,7 miesięcy). Najwięcej osób badanych stosowało witaminę D, w badaniu autorskim nie wykazano jednak jej wpływu na szybkość zamykania się luki poekstrakcyjnej. Badania prowadzone przez Blanco i wsp. w 2001 roku, gdzie pacjentom przez 60 dni podawano suplementację 1,25 dihydroksycholekalcyferolu w dawce 0,25 µg/dobę, pokazały, że osiągnęli oni znacząco większy zakres ruchu ortodontycznego w porównaniu do grupy kontrolnej, w której suplementacja nie była stosowana. W grupie stosującej suplementację zaobserwowano ruch górnych kłów (retrakcja kłów przy pomocy aparatów stałych) na poziomie 3,6 mm/60 dni, a w drugiej grupie, w której suplementacja nie była podawana, wynik ten wynosił 2,5 mm/60 dni. W prowadzonym badaniu była niewielka liczebność obu grup - na poziomie 10 osób (Tokarska P. 2019). Inni badacze (Collins MK. 1988) przeprowadzili eksperyment polegający na wstrzykiwaniu metabolitu witaminy D kotom przez kilka tygodni. Stwierdzono w ocenie histologicznej, że witamina D przyspieszyła ruch zębów o 60% w porównaniu z grupą kontrolną, co było spowodowane wzrostem liczby osteoklastów w miejscu ucisku. Z kolei porównano miejscowe wstrzykiwanie witaminy D i prostoglandyny na dwóch różnych grupach szczurów. Stwierdzono, że nie ma istotnej różnicy w przyspieszeniu ruchu zębów pomiędzy grupami. Jednakże liczba osteoblastów po stronie ucisku, w grupie, w której wstrzykiwano witaminę D, była większa niż po stronie PGE2. wskazuje to na to, że witamina D może być bardziej skuteczna w obrocie kostnym (Kale S. 2004).

Nie wykazano różnicy w szybkości przemieszania się zębów drugich trzonowych podczas mezjalizacji najprawdopodobniej dlatego, że suplementacja zarówno witaminy D jak

i innych suplementów nie była kontrolowana w trakcie badania. Na początku badania, podczas włączania do projektu i wypełnienia ankiety, pacjenci podawali, że przyjmują dany suplement, a następnie mogli go już nie przyjmować w trakcie dalszego leczenia.

Czas zamknięcia luki nie zależał także ani od tego czy badane osoby uprawiały sport bądź nie, ani od tego, jak często go uprawiały. Średni czas zamknięcia się luki u osób uprawiających sport wynosił 21,0 miesięcy, a u osób, które sportu nie uprawiały 17,8 miesiąca. Znany jest pozytywny wpływ aktywności fizycznej na zmiany gęstości mineralnej kości. Regularnie ćwiczenia fizyczne stymulują tkanki kostne do przebudowy kostnej, pobudzając tym samym proces resorpcji i apozycji kości dzięki prawidłowemu naciskowi i obciążeniu tkanki kostnej. Badania prowadzone nad osteoporozą sugerują, że u kobiet w wieku 28-39 lat 5 miesięczny trening z obciążeniem zwiększał gęstość mineralną kości o 2,8% w porównaniu z grupą kontrolną, ćwiczenia te obciążały kość w niespecyficzny sposób, całkowicie inny niż obciążenia powstające podczas codziennej aktywności życiowej (Dworak A. 1999). W innych badaniach zbadano zmianę gęstości mineralną kości (BMD), zawartości minerałów w kościach (BMC) oraz składu ciała (BC) w grupie sportowców, byłych sportsmenek (kobiety zakończyły karierę, która trwała ponad 20 lat) i w grupie osób o siedzącym trybie życia. W momencie wykonywania badania nie uzyskano istotnych różnic w poziomie aktualnej aktywności obu grup badawczych. Otrzymano istotnie wyższe wyniki BMD oraz BMC w grupie sportowców w porównaniu z grupą kontrolną. Dowodzi to tego, że aktywność fizyczna, uprawiana nawet w przeszłości w młodym wieku, ma dalej wpływ na mikroarchitekturę kości oraz ich wytrzymałość (Andreoli A. 2012). Konieczne byłoby dalsze prowadzenie badania nad większą grupą osób, aby potwierdzić hipotezę, że większa aktywność fizyczna, nawet ta uprawiana w wieku młodocianym, pozwala na zachowanie lepszej jakości tkanki kostnej, a co za tym idzie, skraca czas zamykania luki ortodontycznej oraz pozwala na lepsze rokowania jeżeli chodzi o jej całkowite zamknięcie.

6.7. Równoległość korzeni zębów trzonowych i drugiego przedtrzonowca w ocenie radiologicznej

W badaniu własnym oceniano równoległość korzeni na podstawie zdjęcia panoramicznego wykonanego przed leczeniem i porównywano je z zdjęciem wykonanym po leczeniu. Wyniki, jakie otrzymano, wskazują na to, że o ile jeżeli chodzi o równoległość korzeni zębów trzonowych drugich i przedtrzonowców drugich oraz trzonowców drugich i trzecich to w obu grupach dochodzi do istotnej statystycznie poprawy równoległości korzeni. Natomiast jeżeli chodzi o równoległość korzeni drugiego przedtrzonowca i trzeciego

trzonowca to własne wyniki dowodzą, że statystycznie istotna zmiana przed i po leczeniu występowała tylko w grupie z zakotwieniem szkieletowym. Była ona dość duża, ponieważ ząb trzeci trzonowy ulegał pionizacji w stosunku do drugiego przedtrzonowca prawie o 15°. Z oczywistych przyczyn większej pionizacji ulega trzeci trzonowiec niż drugi, ze względu na jego pierwotne położenie, które w większości przypadków było mezjalnokątowe (najczęstszy typ zatrzymania zębów wg. Tetscha i Wagnera). Selmani i wsp. w swoim badaniu oceniali zależności między stłoczeniem w dolnym łuku zębowym a obecnością i położeniem dolnego trzeciego trzonowca. Na podstawie pantomogramu zębowego obliczali stosunek przestrzeni zatrzonowcowej (wskaźnik Ganssa), kąt nachylenia trzeciego zęba trzonowego względem drugiego zęba trzonowego oraz trzeciego zęba trzonowego względem podstawy żuchwy. Wyniki wykazały, że pomiary stosunku Ganssa, kąta nachylenia długiej osi trzeciego zęba trzonowego do podstawy żuchwy oraz nachylenia trzeciego zęba trzonowego do drugiego zęba trzonowego były istotne statystycznie pomiędzy grupami stłoczonymi i normatywnymi (Selmani ME. 2016). Podobne badania prowadził Hasegawa, w których wykazał, że dolne pierwsze i drugie zęby trzonowe oraz drugie zęby przedtrzonowe były nachylone mezjalnie, jeśli nie było wystarczającej ilości miejsca dla dolnych trzecich zębów trzonowych (Hasegawa Y. 2013). Potwierdzają to badania własne, gdzie przy braku pierwszego trzonowca stłoczenia w żuchwie ulegały rozładowaniu, ząb trzeci trzonowy wyrzynał się samodzielnie i następowała poprawa równoległości korzeni zębów trzecich i drugich trzonowych.

6.8. Zastosowanie sprężyn NiTi zamkniętych jako źródła stałej siły oraz zależność mezjalizacji w obu grupach na powstawanie resorpcji korzeniowych.

W badaniu własnym celem mezjalizacji trzonowca stosowana była sprężyna zamknięta o sile, kolejno: 150 g/N, 200 g/N lub 250 g/N w zależności od wielkości pozostałej luki poekstrakcyjnej. Zamykanie przestrzeni jest istotnym aspektem leczenia ortodontycznego, dlatego stosowanie lekkich, ciągłych sił w stosunkowo długim zakresie aktywacji (np. zamknięcie przestrzeni 5-10 mm) pozwala na bardziej korzystny biologicznie i skuteczny klinicznie ruch zębów przy mniejszej liczbie negatywnych skutków ubocznych (Reitan K. 1967, Goldman HM. 1972, Quinn RS. 1985).

Niektóre powszechnie stosowane materiały ortodontyczne używane do zamykania przestrzeni, takie jak łańcuszki czy nici elastyczne, dostarczają bardzo dużych sił początkowych, które szybko zanikają przed ponowną aktywacją. W badaniu autorskim stosowano sprężyny NiTi zamknięte, ponieważ wg piśmiennictwa materiał ten pozwala

przeciwdziałać problemowi szybkiego zanikania sił i dostarczać niewielkich, ciągłych, korzystnych biologicznie sił w długim okresie aktywacji, co ma doprowadzić do bardziej efektywnego ruchu zęba (Dentsply GI. 2009, Miura F. 1988). Kilka badań laboratoryjnych *in vitro* sugeruje, że sprężyny NiTi o zwojach zamkniętych mogą nie dostarczać stałych sił (Santos AC. 2007, Nightingale C. 2003, Angolkar PV. 1992, Manhartsberger C. 1996, Melgen B. 1994). Maganzini i wsp. przebadali *in vitro* 14 różnych typów sprężyn NiTi o zwojach zamkniętych pochodzących z pięciu różnych firm i stwierdzili, że większość badanych sprężyn nie wykazywała stałych sił dezaktywacji ani fizjologicznych sił obciążenia szczytowego (Maganzini AL. 2010). Wyniki kliniczne *in vivo* jednak zazwyczaj słabo korelują z wynikami badań *in vitro*. Wyniki badań *in vivo* przeprowadzone przez Nightingale C. wykazały średnią utratę pierwotnej siły sprężyny o 48% po 22 tygodniach stosowania wewnątrzustnego (Nightingale C. 2003). Dlatego podczas prowadzonego badania wymiana sprężyny NiTi zamkniętej na nową, aktywną sprężynę następowała co 3 miesiące, podczas każdego pomiaru luki. Dodatkowo korelowano siłę sprężyny - 150 g/N, 200 g/N, 250 g/N - w zależności od wielkości pozostałej do zamknięcia luki poekstrakcyjnej. Cox C. i współpracownicy stwierdzili w swoich badaniach *in vivo*, że sprężyny kliniczne pobrane po 4 tygodniach użytkowania wewnątrzustnego wykazały średni spadek siły o 11,57%, po 8 tygodniach o 18,88%, a po 12 tygodniach o 17,79%. Natomiast sprężyny laboratoryjne użytkowane poza środowiskiem jamy ustnej wykazały średnią utratę siły wynoszącą 12,12% po 4 tygodniach rozciągania, 17,36% po 8 tygodniach rozciągania i 19,44% po 12 tygodniach rozciągania (Cox C. 2014).

W badaniu nie wykazano istotnie statystycznej różnicy pomiędzy rodzajem zastosowanego zakotwienia, a powstałymi po zakończonym leczeniu resorpcjami korzeni zębów drugiego przedtrzonowca oraz drugiego trzonowca. Wynika to z wielkości stosowanych sił (siły bezpieczne), co potwierdzili w swoich badaniach Nagaraj i Hyun. Traktują one o tym, że nawet relatywnie duże siły rzędu 200-300 gramów, przykładane do zęba średnio co 6 tygodni nie wywierają negatywnych skutków takich jak widoczna na końcowym zdjęciu panoramicznym resorpcja korzeni lub powstała resorpcja jest minimalna (Nagaraj K. 2008, Hyun JM. 2010).

Winker, Göllner i Pazera badali zewnętrzną wierzchołkową resorpcję korzeni (EARR, external apical root resorption) spowodowaną mezjalizacją pierwszego trzonowca przy zastosowaniu zakotwienia szkieletowego. Oceniali oni EARR pierwszych przedtrzonowców i pierwszych trzonowców. Nie stwierdzili istotnej statystycznie różnicy pomiędzy resorpcją wierzchołkową kłów i przedtrzonowców po stronie mezjalizowanej

w stosunku do kontrolnej strony przeciwnej, gdzie nie mezjalizowano trzonowca. Natomiast otrzymali wyniki istotne statystycznie jeżeli chodzi o resorpcję mezjalizowanych i niemezjalizowanych pierwszych trzonowców (0,73 mm; 95% przedział ufności, 0,19-1,27). Średni całkowity EARR w każdym typie zęba nie przekraczał 1 mm (Winkler J. 2017). W badaniu własnym resorpcja oceniana była na podstawie kontrolnego zdjęcia panoramicznego wykonanego po zakończonym leczeniu ortodontycznym z zastosowaniem skali A, B, C, D, E. W grupie z zastosowanym zakotwieniem zębowym odnotowano resorpcję w skali A, B, C; natomiast w grupie z zakotwieniem szkieletowym występowały resorpcje A i B. W grupie zakotwienia zębowego resorpcja drugiego przedtrzonowca wystąpiła w 60% przypadków, a w przypadku zakotwienia szkieletowego w 75%. Natomiast jeżeli chodzi o drugi trzonowiec to stosunek występujących resorpcji rozkładał się 30% vs. 56,2%. Na występowanie resorpcji na pewno miał wpływ całkowity czas leczenia, zamykanie luki po pierwszym trzonowcu jest długim procesem, a jak sugeruje Baumrind, Brezniak oraz Krishnan ryzyko wystąpienia resorpcji rośnie wprost proporcjonalnie do czasu trwania leczenia ortodontycznego (Baumrind S. 1996, Brezniak N.1993, Krishnan V. 2005).

6.9. Zmiany zaobserwowane w analizie cefalometrycznej w obu grupach badawczych

Miejsce uzyskane w łuku zębowym dzięki zaplanowanym ekstrakcją lub obecne w łuku jako efekt wykonanych w przeszłości ekstrakcji z innych wskazań niż ortodontyczne było wykorzystane do rozładowania stłoczeń w przednim odcinku łuku zębowego żuchwy oraz do dystalizacji kłów i przedtrzonowców, a także pionizacji siekaczy. Był to pierwszy etap leczenia, dopiero następnie, po uszeregowaniu zębów, rozpoczynana była mezjalizacja drugiego i trzeciego trzonowca. Efekt pionizacji dolnych siekaczy oraz zmiany położenia siekaczy górnych był badany na podstawie zdjęć cefalometrycznych wykonanych przed i po leczeniu. Określano następujące wartości określające relacje szkieletowe i zębowe wg analizy cefalometrycznej Steinera: Kąty ANB, SNA, SNB, kąt SNGoGn, kąt międzysieczny 1:1 oraz kąty U1:NA, L1:NB, L1:GoGn.

W badaniu wyniki zmiany kątów SNA, SNB i ANB w grupie, w której zastosowano zakotwienie zębowe, nie uległy istotnym zmianom, natomiast w grupie, w której stosowano zakotwienie szkieletowe, zarówno kąty SNA jak i SNB uległy znaczącym zmianom, nie miało to jednak istotnego wpływu na zmianę kąta ANB, który zmniejszył się średnio tylko o 0,1°. Wartości kątów po leczeniu grupie z zakotwieniem szkieletowym pozostawały w normie. Natomiast w grupie z zakotwieniem wzajemnym odnotowano zwiększoną wartość

kątów SNA oraz SNB po leczeniu. Jednak różnica w średniej wyjściowej wartości kąta do średniej wartości kąta otrzymanej po leczeniu nie była istotna ($87,8^\circ$ vs $87,1^\circ$ przy kącie SNA oraz $85,4^\circ$ vs $85,2^\circ$ przy kącie SNB). Może to nasuwać wniosek, że przy stosowaniu wzajemnego zębowego zakotwienia trudniejszym ruchem do otrzymania jest pionizacja siekaczy górnych i dolnych, co powoduje zwiększenie wartości obu kątów. Jednak warto zauważyć, że wartość kąta SNA po leczeniu w grupie z zastosowanym zakotwieniem szkieletowym również powiększyła się od wartości normatywnej (SNA 85° po leczeniu). Zmiana kąta SNA była najprawdopodobniej związana z wadą główną wymagającą wychylenia siekaczy górnych np. celem rozładowania stłoczeń w szczęce, korektą zgryzu głębokiego, poprawą nagryzu pionowego, co skutkowało zmianą relacji szczęki na doprzednią. Natomiast powiększenie kąta SNB świadczy o poprawie relacji żuchwy w stosunku do szczęki, najczęściej spowodowanej korektą jej dotylnej pozycji. Klinicznie występowało wychylenie siekaczy dolnych z jednoczesnych tyłożuchwiami. W trakcie terapii następowała dystalizacja siekaczy i ich pionizacja, dopiero po poprawie położenia siekaczy następowała możliwość wysunięcia żuchwy do jej prawidłowej relacji. Ruch ten był o wiele łatwiejszy do uzyskania w grupie, gdzie stosowano TAD. Tłumaczy to korektę kąta SNB w grupie z zakotwieniem szkieletowym z średniej wartości $80,6^\circ$ do średniego wyniku $82,8^\circ$. Istotne jest też, że końcowe zdjęcie cefalometryczne wykonywano w dniu demontażu aparatu, a z doświadczeń własnych, klinicznych wynika, że położenie siekaczy zarówno górnych jak i dolnych potrafi się zmieniać w okresie kilku dni po demontażu. Zęby ulegają czynnościowemu dopasowaniu do relacji zgryzowych i pionizują się. Być może z perspektywy czasu korzystniejszym rozwiązaniem byłoby wykonanie tego zdjęcia np. po miesiącu od zakończonego leczenia. Nie znaleziono publikacji traktujących o zmianie kątów SNA, SNB oraz ANB w zależności od zastosowanego zakotwienia w przypadku mezjalizacji trzonowców żuchwy w lukę po ekstrakcji pierwszego trzonowca.

Jeżeli chodzi o zmianę kąta międzysiecznego oraz zmianę położenia siekaczy górnych i dolnych względem relacji szkieletowych to były one następujące. Zmiana kąta 1:1 przed i po leczeniu była statystycznie nieistotna w obu badanych grupach. Kąt U1:NA uległ powiększeniu w grupie, w której stosowano zakotwienie zębowe, siekacze górne uległy wychyleniu, nie była to jednak zmiana statystycznie istotna. W grupie, w której zastosowano zakotwienie szkieletowe kąt ten praktycznie pozostał taki sam. W grupie z zakotwieniem zębowym kąty L1:NB oraz L1:GoGn po leczeniu w obu grupach badawczych uległy zmniejszeniu, co w przełożeniu na relacje zębowe świadczy o pionizacji siekaczy dolnych (kąt L1:NB zmniejszył się średnio o $1,9^\circ$, natomiast kąt L1: GoGn zmniejszył się średnio o

1,0°), jednakże były to zmiany statystycznie nieistotne. W grupie z zastosowanym zakotwieniem szkieletowym w postaci mikroimplantu zmiana kąta L1:NB po leczeniu w stosunku do wyników z przed leczenia była statystycznie nieistotna (zmniejszenie kąta średnio o 1,8°), jednak zmiana kąta L1:GoGn była już statystycznie istotna i wynosiła ona średnio o 4,1° mniej niż wartość wyjściowa. Pozwala to na podstawie przeprowadzonego badania postawić wniosek, że zastosowanie zakotwienia szkieletowego pozwala na lepszy efekt pionizacji siekaczy dolnych, a co za tym idzie na efektywniejszą retrakcję zębów żuchwy. Do takiego samego wniosku doszedł Yao CCJ, który w swoim badaniu nakładał cefalogramy pacjentów wykonane przed i po leczeniu w celu porównania na nich wielkości retrakcji centralnego siekacza szczęki oraz utratę zakotwienia pierwszego trzonowca szczęki u osób dorosłych z zębowo-wyrostkową protruzją. Porównywał on wyniki otrzymane w grupie z zakotwieniem szkieletowym w stosunku do grupy z zakotwieniem zewnątrzustnym (headger). Doszedł do wniosku, że zarówno w kierunku przednio-tylnym, jak i pionowym, zakotwiczenie szkieletowe zapewniało lepszą kontrolę niż tradycyjny aparat na głowę podczas leczenia protruzji wyrostka zębodołowego szczęki (Yao CCJ. 2008). Niektórzy autorzy zauważają, że przy ortodontycznym zamykaniu luk zębowych wzrasta ryzyko nadmiernej retruzji i retroinklinacji zębów siecznych, szczególnie w żuchwie oraz może dojść do pogłębienia nagryzu pionowego (Zhang J. 2015, Hinz R. 1988), zmian takich nie zaobserwowano w badaniu własnym. Jeżeli chodzi o zmiany pionowe, to nie zaobserwowano zmiany kąta SNGoGn po leczeniu w obu grupach badanych, co nie jest wynikiem zaskakującym. Badaną grupą była grupa pacjentów dorosłych i przeprowadzone leczenie ortodontyczne nie miało wpływu na relacje szczęki i żuchwy oraz jej kierunku wzrostu w tym wieku (Pontes LF. 2017).

7. Wnioski

1. Całkowity czas zamknięcia się luki poekstrakcyjnej po usunięciu pierwszym zębem trzonowym w żuchwie w zależności od zastosowanego zakotwienia był krótszy przy zastosowaniu zakotwienia zębowego. Prędkość zamykania luki poekstrakcyjnej była większa w porównaniu z zakotwieniem szkieletowym średnio o 0,18 mm/miesiąc i jest to różnica istotna statystycznie.
2. W obu grupach jednostajność ruchu zęba była zbliżona, choć ruch bardziej równomierny następował przy zamykaniu się luki przy użyciu TAD w porównaniu do tradycyjnego zakotwienia zębowego, nie jest to jednak wynik istotny statystycznie.
3. Z obserwacji własnych wynika, że wybór zakotwienia szkieletowego pozwala na otrzymanie bardziej przewidywalnego wyniku terapeutycznego. W grupie, gdzie stosowano zakotwienie zębowe, występowało więcej efektów ubocznych i ostatecznie, mimo szybciej zamkniętej luki poekstrakcyjnej, końcowy czas leczenia do momentu zdjęcia aparatu stałego nie skracał się, a nawet dodatkowo wydłużał z powodu konieczności ich korekty.
4. Na czas zamykania się luki nie ma wpływu wiek ani płeć. Czas mezializacji u pacjentów różniących się płcią w badaniu był krótszy u kobiet niż u mężczyzn, nie jest to różnica istotna statystycznie.
5. Nie zaobserwowano różnicy w czasie trwania mezializacji zębów różniących się czasem, jaki minął od ekstrakcji do rozpoczęcia zamykania luki poekstrakcyjnej przed mezializację zębów trzonowych.
6. Nie stwierdzono wpływu stosowania suplementów diety oraz częstości uprawiania aktywności fizycznej na średni czas trwania mezializacji zębowej w obu grupach badanych.
7. W obu badanych grupach równoległość korzeni zębów trzonowych drugich względem przedtrzonowców drugich oraz trzonowców trzecich względem trzonowców drugich uległa poprawie. Pionizacja w obu grupach była istotna statystycznie. Wyniki wskazują, że jeżeli chodzi o równoległość korzeni drugiego przedtrzonowca względem trzeciego trzonowca, istotna zmiana występowała tylko w grupie z zakotwieniem szkieletowym i była na poziomie prawie 15°. Wszystkie trzecie trzonowce po mezializowanej stronie udało się wprowadzić do łuku zębowego niezależnie od stopnia ich retencji.

8. Nie wykazano istotnie statystycznej różnicy pomiędzy rodzajem zastosowanego zakotwienia a powstałymi po zakończonym leczeniu resorpcjami korzeni zębów drugiego przedtrzonowca oraz drugiego trzonowca.
9. Wyniki zmiany kątów SNA, SNB i ANB w grupie, w której zastosowano zakotwienie zębowe, nie uległy istotnym zmianom, natomiast w grupie, w której stosowano zakotwienie szkieletowe zarówno kąty SNA jak i SNB uległy znaczącym statystycznie zmianom, nie miało to jednak istotnego wpływu na zmianę kąta ANB, który zmniejszył się średnio tylko o $0,1^\circ$.
10. Zmiana kąta międzysiecznego 1:1 przed i po leczeniu była statystycznie nieistotna w obu badanych grupach. Kąt U1:NA uległ powiększeniu w grupie, w której stosowano zakotwienie zębowe, nie była to jednak zmiana statystycznie istotna. W grupie, w której zastosowano zakotwienie szkieletowe, kąt ten praktycznie pozostał taki sam. Kąty L1:NB oraz L1:GoGn po leczeniu w obu grupach badawczych uległy zmniejszeniu, co w przełożeniu na relacje zębowe świadczy o pionizacji siekaczy dolnych. W grupie z zakotwieniem zębowym były to zmiany statystycznie nieistotne. W grupie z zastosowanym zakotwieniem szkieletowym w postaci mikroimplantu zmiana kąta L1:NB po leczeniu w stosunku do wyników z przed leczenia była statystycznie nieistotna, jednak zmiana kąta L1:GoGn była już statystycznie istotna i ulegał on zmniejszeniu średnio o $4,1^\circ$. Pozwala to na podstawie przeprowadzonego badania postawić wniosek, że zastosowanie zakotwienia szkieletowego pozwala na lepszy efekt pionizacji siekaczy dolnych, a co za tym idzie na efektywniejszą retrakcję zębów żuchwy.
11. Nie zaobserwowano zmiany kąta SNGoGn po leczeniu w obu grupach badanych co świadczy, o tym, że przeprowadzone leczenie ortodontyczne nie ma wpływu na relacje szczęki i żuchwy oraz jej kierunek wzrostu.

8. Streszczenie

8.1. Streszczenie w języku polskim

Wprowadzenie: Brak pierwszego trzonowca w żuchwie lub duże zniszczenie jego tkanek twardych wraz z towarzyszącymi temu zmianami zapalnymi tkanek okołowierzchołkowych to nadal często spotykana sytuacja kliniczna. Pacjenci, którzy decydują się na rozpoczęcie terapii ortodontycznej są coraz bardziej świadomi i często sami proponują jako rozwiązanie zamknięcie luk poekstrakcyjnych przez wprowadzenie do łuku obecnych zębów trzonowych. Z obserwacji własnych wynika, że są oni bardziej negatywnie nastawieni na usunięcie chirurgicznie zatrzymanego trzeciego trzonowca, niż najczęściej zniszczonego i nieestetycznie wypełnionego pierwszego zęba trzonowego. Dodatkowo nie bez znaczenia jest strach przed późniejszą implantacją i duże koszty związane z leczeniem chirurgiczno-protetycznym. Z przeglądu piśmiennictwa w zakresie badań nad ortodontycznym zamykaniem luk przez protrakcję zębów trzonowych w żuchwie wynika, że dotąd nie przeanalizowano przypadków porównania czasu zamknięcia i jednostajności ruchu zamykania luki w grupach, gdzie stosowano zakotwienie szkieletowe vs. zakotwienie zębowe.

Cel badania: Celem badania było porównanie szybkości zamknięcia się luki poekstrakcyjnej po pierwszym zębie trzonowym przez mezjalizację drugiego zęba trzonowego w dwóch grupach badawczych. Celami pobocznymi były: ocena częstości występowania efektów ubocznych mezjalizacji w obu grupach, ocena wpływu dodatkowych czynników takich jak wiek, płeć, czas jaki minął od wykonania ekstrakcji do rozpoczęcia leczenia ortodontycznego, pierwotne położenie trzeciego zęba trzonowego w łuku zębowym, sposób odżywiania się badanego, jego poziom aktywności fizycznej oraz stosowanie suplementów diety na szybkość zamykania się luki. Na podstawie wykonanych przed i po leczeniu zdjęciach panoramicznych oraz cefalometrycznych określano równoległość korzeni zębów trzonowych po zakończonej mezjalizacji, występującą po zakończonym leczeniu resorpcję korzeniową oraz analizowano poszczególne wartości analizy Steinera i analizy Steinera z modyfikacją Kaminka w zależności od zastosowanego rodzaju zakotwienia.

Metody: Materiałem badawczym do realizacji zaplanowanych badań były pomiary prowadzone podczas leczenia ortodontycznego na dwóch grupach pacjentów. W pierwszej (A) znajdowało się 21 osób, u których stosowano zakotwienie zębowe; w drugiej (B) 16 osób, które jako zakotwienie miały wszczepiany mikroimplant TAD 8 mm. Pacjenci byli

przydzielani do poszczególnych grup losowo. Dwie osoby zostały wyłączone z projektu pracy z powodu wczesnej utraty mikroimplantu, a jedna osoba utraciła mikroimplant jednostronnie, dlatego u niej badania mogły być kontynuowane. W badaniu uczestniczyło 21 kobiet oraz 16 mężczyzn w wieku 17-49 lat (średnia wieku badanych to 30 lat). Przed przystąpieniem do leczenia ortodontycznego każdy pacjent miał wykonywane badanie wewnątrz- i zewnątrzustne, zdjęcie panoramiczne oraz cefalometryczne, wyciski diagnostyczne, zdjęcia twarzowe oraz wypełniał ankietę kwalifikująca do badania.

Podczas projektu badawczego pacjent w dniu rozpoczęcia mezializacji drugiego zęba trzonowego oraz w trakcie jej trwania, w zależności od stosowanego zakotwienia, miał wykonywany wycisk diagnostyczny celem pomiaru wielkości luki poekstrakcyjnej. Wyciski były pobierane co 3 miesiące, wtedy też następowała zmiana sprężyny NiTi zamkniętej na nową. Unikano w ten sposób utraty siły sprężyny oraz korelowano wielkość pozostałej do zamknięcia luki z potrzebną do zastosowania siłą (tak by siła sprężyny była wprost proporcjonalna do odległości). Łącznie zmezializowano 41 zębów drugich trzonowych.

U każdego pacjenta analizie poddawano: ankietę włączającą do projektu badawczego, modele diagnostyczne, zdjęcia panoramiczne i cefalometryczne wykonane przed i po leczeniu. Na podstawie ankiety oceniano: wiek, płeć, czas jaki minął od ekstrakcji do rozpoczęcia terapii, sposób odżywiania, stosowanie suplementów oraz częstość uprawiania sportu. Na wykonywanych co 3 miesiące gipsowych modelach diagnostycznych przy pomocy suwmiarki elektronicznej mierzono zmianę wielkości luki pozostałej do zamknięcia oraz na podstawie przeprowadzonych pomiarów określono całkowity czas jej zamknięcia. Na zdjęciu panoramicznym oceniano równoległość korzeni zębów trzonowych w stosunku do siebie nawzajem i do drugiego przedtrzonowca, położenie zębów mądrości w łuku zębowym, ich typ zatrzymania wg klasyfikacji Tetschera i Wagnera oraz występujące ewentualnie po leczeniu resorpcje korzeniowe zęba drugiego trzonowego i drugiego przedtrzonowego. Na zdjęciu cefalometrycznym określano wybrane wartości kątów wg analizy Steinera oraz Steinera z modyfikacją Kaminka: kąty szkieletowe SNA, SNB, ANB oraz kąt SNGoGn i wartości międzyzębowe takie jak kąt międzysieczny 1:1, kąty U1:NA, L1:NB, L1:GoGn. Analizy zdjęć rentgenowskich dokonywano dwukrotnie, zarówno przed rozpoczęciem leczenia, jak i po jego zakończeniu, według tych samych procedur.

Analiza statystyczna: Do przeprowadzenia analizy statystycznej wykorzystano program STATISTICA v. 13.3 (TIBCO Software Inc., Palo Alto, Ca, USA). Zgodność rozkładu zmiennych ilościowych z rozkładem normalnym weryfikowano testem Shapiro-Wilka. Jako krytyczny poziom istotności przyjęto $p < 0,05$. W zależności od rozkładu

zmiennych, w tabelach przedstawiono je w postaci wartości średnich i odchyłeń standardowych (Mean \pm SD) lub jako mediany (Me) i kwartyly (dolny Q1 i górny Q3).

Istotność różnic między przeciętnym poziomem zmiennych ilościowych w dwóch niezależnych grupach sprawdzano za pomocą testu t-Studenta lub nieparametrycznego testu U Manna-Whitneya. W przypadku większej liczby grup wykorzystano analizę wariancji (ANOVA). Wpływ leczenia na średnie wartości analizowanych parametrów cefalometrycznych oceniano za pomocą testu t-Studenta dla zmiennych powiązanych.

Cechy jakościowe (nominalne i porządkowe) przedstawiono w tabelach wielodzzielczych (kontyngencji) w postaci liczebności (n) i proporcji (%). Niezależność dwóch zmiennych weryfikowano za pomocą testu chi-kwadrat Pearsona lub dokładnego testu Fishera.

Wyniki i wnioski: Całkowity czas zamknięcia się luki poekstrakcyjnej po usunięciu pierwszym zębem trzonowym w żuchwie w zależności od zastosowanego zakotwienia był krótszy średnio o 0,18 mm/miesiąc przy zastosowaniu zakotwienia zębowego w porównaniu z zakotwieniem szkieletowym i wynosił średnio odpowiednio 0,53 vs. 0,35 mm/mies. Różnica czasu zamknięcia była istotna statystycznie. W obu grupach poziom jednostajności ruchu był zbliżony (60,3% vs. 74,2%), choć ruch bardziej równomierny następował przy użyciu mikrośruby ortodontycznej. Na czas zamknięcia się luki nie miał wpływu ani wiek, ani płeć. Czas zamknięcia się luki u kobiet był krótszy niż u mężczyzn średnio o 3,3 miesiąca, nie była to różnica istotna statystycznie. Nie zaobserwowano różnicy w czasie trwania mezjalizacji zębów różniących się czasem, jaki minął od ekstrakcji do rozpoczęcia zamykania luki poekstrakcyjnej przed mezjalizację zębów trzonowych. Nie stwierdzono wpływu stosowania suplementów diety oraz częstości uprawiania aktywności fizycznej na średni czas trwania mezjalizacji zębowej w obu grupach badanych.

8.2. Streszczenie w języku angielskim

Introduction: The absence of a first molar in the mandible or the extensive destruction of its hard tissues with accompanying inflammatory lesions of the periapical tissues is still a common clinical situation. Patients who decide to start orthodontic therapy are increasingly aware and often propose closing post-extraction gaps by inserting the current molars into the arch themselves as a solution. My own observations show that they are more negative about surgically removing a retained third molar than they are about the usually damaged and unsightly filled first molar. In addition, the fear of later implantation and the high costs associated with surgical-prosthetic treatment are not insignificant. A review of the

literature on studies of orthodontic gap closure by protraction of mandibular molars shows that so far no case studies have been analyzed comparing the closure time and uniformity of gap closure movement in groups where skeletal anchorage vs. dental anchorage was used.

Study Objective: The purpose of the study was to compare the rate of closure of the post-extraction gap after the first molar by mesialization of the second molar in two study groups. Secondary objectives were to evaluate the incidence of side effects of mesialization in the two groups, to assess the influence of additional factors such as age, gender, the time elapsed between extraction and the start of orthodontic treatment, the original position of the third molar in the dental arch, the subjects' diet, their level of physical activity and the use of dietary supplements on the rate of gap closure. On the basis of pre- and post-treatment panoramic and cephalometric radiographs, the root parallelism of molars after completed mesialization, the occurrence of root resorption after completed treatment were determined, and the individual values of Steiner analysis and Steiner analysis with Kaminek modification were analyzed depending on the type of anchorage used.

Methods: The research material for the planned study was measurements taken during orthodontic treatment on two groups of patients. The first (A) included 21 patients who had dental anchorage; the second (B) included 16 patients who had a TAD 8 mm micro-implant implanted as anchorage. Patients were randomly assigned to each group. Two subjects were excluded from the study design due to early loss of the microimplant, and one subject lost the microimplant unilaterally, so in her the study could continue. Twenty-one women and 16 men aged 17-49 participated in the study (the average age of the subjects was 30). Prior to orthodontic treatment, each patient had an intraoral and extraoral examination, panoramic and cephalometric radiographs, diagnostic impressions, facial photographs and completed a study eligibility questionnaire.

During the research project, the patient had a diagnostic impression taken on the day of starting mesialization of the second molar and during the course of the project, depending on the anchorage used, to measure the size of the post-extraction gap. The impressions were taken every three months, at which time the NiTi closed spring was changed to a new one. This avoided loss of spring force and correlated the size of the remaining gap to be closed with the force needed to be applied (so that the spring force was directly proportional to the distance). A total of 41 second molars were mesialized.

For each patient, the following were analyzed: a questionnaire for inclusion in the research project, diagnostic models, panoramic and cephalometric photos taken before and after treatment. On the basis of the questionnaire, the following were assessed: age, gender,

time elapsed from extraction to the start of treatment, diet, use of supplements and frequency of sports. On the diagnostic plaster models performed every 3 months, the change in the size of the gap remaining to be closed was measured using electronic calipers, and the total time to close the gap was determined from the measurements. On the panoramic radiograph, the parallelism of the roots of the molars to each other and to the second premolar, the position of the wisdom teeth in the dental arch and their type of retention according to the Tetscher and Wagner classification, as well as the root resorptions of the second molar and second premolar, if any, occurring after treatment, were evaluated. On the cephalometric radiograph, selected angle values were determined according to Steiner's analysis and Steiner with Kaminek's modification: skeletal angles SNA, SNB, ANB and angle SN:GoGn and interdental values such as interdental angle 1:1, angles U1:NA, L1:NB, L1:GoGn. X-rays were analyzed twice, both before and after treatment, according to the same procedures.

Statistical analysis: STATISTICA v. 13.3 (TIBCO Software Inc., Palo Alto, Ca, USA) was used for statistical analysis. The conformity of the distribution of quantitative variables to the normal distribution was verified by the Shapiro-Wilk test. The critical level of significance was $p < 0.05$. Depending on the distribution of variables, they were presented in tables as mean values and standard deviations (Mean \pm SD) or as medians (Me) and quartiles (lower Q1 and upper Q3).

The significance of differences between the mean levels of quantitative variables in two independent groups was tested using the Student's t-test or the non-parametric Mann-Whitney U test. In case of a larger number of groups, analysis of variance (ANOVA) was used. The effect of treatment on the mean values of the cephalometric parameters analyzed was evaluated using Student's t test for related variables.

Qualitative characteristics (nominal and ordinal) were presented in multivariate (contingency) tables as counts (n) and proportions (%). Independence of two variables was verified using Pearson's chi-square test or Fisher's exact test.

Results and Conclusions: The total closure time of the post-extraction gap after an extracted first molar in the mandible, depending on the anchorage used, was shorter by an average of 0.18 mm/month with dental anchorage compared to skeletal anchorage, averaging 0.53 vs. 0.35 mm/month, respectively. The difference in closure time was statistically significant. The level of uniformity of movement was similar in both groups (60.3% vs. 74.2%), although movement was more uniform with the orthodontic microscrew. The timing of gap closure was not influenced by age or gender. The gap closure time in women was

shorter than in men by an average of 3.3 months, not a statistically significant difference. There was no difference in the duration of mesialization of teeth differing in the time elapsed from extraction to the start of post-extraction gap closure before mesialization of molars. There was no effect of the use of dietary supplements and frequency of physical activity on the average duration of dental mesialization in the two groups of subjects.

9. Piśmiennictwo

Akın Ş, Camcı H.: Three-dimensional assessment of two different canine retraction techniques: a randomized split-mouth clinical trial. *Prog Orthod.* 2021, 22(1), 24.

Albadri S, Zaitoun H, McDonnell ST, Davidson LE.: Extraction of first permanent molar teeth: results from three dental hospitals. *Br Dent J.* 2007, 203(7), 408-9.

Amaro ERS, Ortiz FR, Dorneles LS, Santos MS, Barrioni BR, Miranda RM, Garlet GP, Teixeira MM, Szawka RE, Silva TA, Macari S.: Estrogen protects dental roots from orthodontic-induced inflammatory resorption. *Arch Oral Biol.* 2020, 117.

Andreoli A, Celi M, Volpe SL, Sorge R, Tarantino U.: Long-term effect of exercise on bone mineral density and body composition in post-menopausal ex-elite athletes: a retrospective study. *Eur J Clin Nutr.* 2012, 66, 69-74.

Angolkar PV, Arnold JV, Nanda RS, Duncanson MG Jr.: Force degradation of closed coil springs: an in vitro evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1992, 102(2), 127-33.

Antoszevska J.: Wykorzystanie tymczasowego zakotwienia kortykalnego w leczeniu zaburzeń zgryzowo-zębowych. Rozprawa habilitacyjna. Biblioteka Uniwersyteku Medycznego w Poznaniu 2009, 14.

Araújo MG, Silva CO, Misawa M, Sukekava F.: Alveolar socket healing: what can we learn? *Periodontol 2000.* 2015, 68(1), 122-34.

Baik UB, Kang JH, Lee UL, Vaid NR, Kim YJ, Lee DY.: Factors associated with spontaneous mesialization of impacted mandibular third molars after second molar protraction. *Angle Orthod.* 2020, 90(2), 181-186.

Baik UB, Kook YA, Bayome M, Park JU, Park JH.: Vertical eruption patterns of impacted mandibular third molars after the mesialization of second molars using miniscrews. *Angle Orthod.* 2016, 86(4), 565-70.

Barlow M, Kula K.: Factors influencing efficiency of sliding mechanics to close extraction space: a systematic review. *Orthod Craniofac Res.* 2008, 11(2), 65-73.

Barron TM, Bogdan F.: A practical treatment objective-alveolar bone modeling with a fixed continuous-arch appliance. *Orodoncja w Praktyce*. 2017, 2, 20-43.

Bartsch A, Witt E, Dietz I, Dietz P.: The clinical and psychological indicators of behavior in wearing a removable appliance. *Fortschr Kieferorthop*. 1993, 54(3), 119-28.

Baumrind S, Korn EL, Boyd RL.: Apical root resorption in orthodontically treated adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1996, 110(3), 311-20.

Bimstein E, Crevoisier RA, King DL.: Changes in the morphology of the buccal alveolar bone of protruded mandibular permanent incisors secondary to orthodontic alignment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1990, 97(5), 427-30.

Boley JC, Pontier JP, Smith S, Fulbright M.: Facial changes in extraction and nonextraction patients. *Angle Orthod*. 1998, 68(6), 539-46.

Brezniak N, Wasserstein A.: Root resorption after orthodontic treatment: Part 2. Literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1993, 103(2), 138-46.

Brown RN, Sexton BE, Gabriel Chu TM, Katona TR, Stewart KT, Kyung HM, Liu SS.: Comparison of stainless steel and titanium alloy orthodontic miniscrew implants: a mechanical and histologic analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2014, 145(4), 496-504.

Büchter A, Wiechmann D, Gaertner C, Hendrik M, Vogeler M, Wiesmann HP, Piffko J, Meyer U.: Load-related bone modelling at the interface of orthodontic micro-implants. *Clin Oral Implants Res*. 2006, 17(6), 714-22.

Celikoglu M, Miloglu O, Kazanci F.: Frequency of agenesis, impaction, angulation, and related pathologic changes of third molar teeth in orthodontic patients. *J Oral Maxillofac Surg*. 2010, 68(5), 990-5.

Chen CH, Chang CS, Hsieh CH, Tseng YC, Shen YS, Huang IY, Yang CF, Chen CM.: The use of microimplants in orthodontic anchorage. *J Oral Maxillofac Surg*. 2006, 64(8), 1209-13.

Chhibber A, Upadhyay M.: Anchorage reinforcement with a fixed functional appliance during protraction of the mandibular second molars into the first molar extraction sites. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2015, 148(1), 165-73.

Collins MK, Sinclair PM.: The local use of vitamin D to increase the rate of orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988, 94(4), 278-84.

Cox C, Nguyen T, Koroluk L, Ko CC.: In-vivo force decay of nickel-titanium closed-coil springs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014, 145(4), 505-13.

Dardengo Cde S, Fernandes LQ, Capelli Júnior J.: Frequency of orthodontic extraction. *Dental Press J Orthod.* 2016, 21(1), 54-9.

De-la-Rosa-Gay C, Valmaseda-Castellón E, Gay-Escoda C.: Spontaneous third-molar eruption after second-molar extraction in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006, 129(3), 337-44.

De-la-Rossa-Gay C, Valmaseda-Castellon E, Gay-Escoda C.: Predictive model of third molar eruption after second molar extraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010, 137, 346-353.

Dentsply GI.: Sentalloy coil springs. 2009

Diedrich P, Wehrbein H.: Orthodontic retraction into recent and healed extraction sites. A histologic study. *J Orofac Orthop.* 1997, 58(2), 90-9.

Dixon V, Read MJ, O'Brien KD, Worthington HV, Mandall NA.: A randomized clinical trial to compare three methods of orthodontic space closure. *J Orthod.* 2002, 29(1), 31-6.

Dworak A, Ciszek E, Sosin P, Czerwiński E.: Ćwiczenia ruchowe – znaczenie w profilaktyce i leczeniu osteoporozy. *Med Sportiva.* 1999, 3, 61–72.

Eliasova P, Marek I, Kaminek M.: Implant site development in the distal region of the mandible: bone formation and its stability over time. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014, 145(3), 333-40.

Fontenelle A.: Challenging the boundaries of orthodontic tooth movement in Orthodontics for the Next Millennium. (ed.) R. Sachdeva, H.P. Bantleon, L. White, J. Johnson, ORMCO, Glendora, 1997, 248-267.

Garfinkle JS, Cunningham LL Jr, Beeman CS, Kluemper GT, Hicks EP, Kim MO.: Evaluation of orthodontic mini-implant anchorage in premolar extraction therapy in adolescents. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008, 133(5), 642-53.

Gjessing P.: Biomechanical design and clinical evaluation of a new canine-retraction spring. *Am J Orthod.* 1985, 87(5), 353-62.

Goldman HM, Gianelly AA.: Histology of tooth movement. *Dent Clin North Am.* 1972, 16, 439–448.

Graber LW. et al.: Bone Physiology, Metabolism, and Biomechanics in Orthodontic Practice. In: Eugene Roberts W, editor. *Orthodontics Current Principles and Techniques.* 2011, 287–343.

Hasegawa Y, Terada K, Kageyama I, Tsuchimochi T, Ishikawa F, Nakahara S.: Influence of third molar space on angulation and dental arch crowding. *Odontology.* 2013, 101(1), 22-8.

Herman RJ, Currier GF, Miyake A.: Mini-implant anchorage for maxillary canine retraction: a pilot study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006, 130(2), 228-35.

Hinz R.: Treatment failures due to omitted equilibration extractions. *Fortschr Kieferorthop.* 1988, 49(5), 463-75.

Hyun JM, Kim TW.: Correction of a mutilated dentition with mini-implants as anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010, 138(5), 656-65.

Iared W, Koga da Silva EM, Iared W, Rufino Macedo C.: Esthetic perception of changes in facial profile resulting from orthodontic treatment with extraction of premolars: A systematic review. *J Am Dent Assoc.* 2017, 148(1), 9-16.

Jackson TH, Guez C, Lin FC, Proffit WR, Ko CC.: Extraction frequencies at a university orthodontic clinic in the 21st century: Demographic and diagnostic factors affecting the likelihood of extraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2017, 151(3), 456-462.

Jacobs C, Jacobs-Müller C, Luley C, Erbe C, Wehrbein H.: Orthodontic space closure after first molar extraction without skeletal anchorage. *J Orofac Orthop.* 2011, 72(1), 51-60.

Janson G, Maria FR, Bombonatti R.: Frequency evaluation of different extraction protocols in orthodontic treatment during 35 years. *Prog Orthod.* 2014, 15(1), 51.

Kale S, Kocadereli I, Atilla P, Aşan E.: Comparison of the effects of 1,25 dihydroxycholecalciferol and prostaglandin E2 on orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004, 125(5), 607-14.

Kanomi R.: Mini-implant for orthodontic anchorage. *J Clin Orthod.* 1997, 31(11), 763-7.

Kaplan RG.: Mandibular third molars and postretention crowding. *Am J Orthod.* 1974, 66(4), 411-30.

Karłowska I. (red.): *Zarys współczesnej ortodoncji*, PZWL Polskie Wydawnictwo Lekarskie, 2019, 128.

Kecik D.: Comparison of temporary anchorage devices and transpalatal arch-mediated anchorage reinforcement during canine retraction. *Eur J Dent.* 2016, 10(4), 512-516.

Kim S, Herring S, Wang IC, Alcalde R, Mak V, Fu I, Huang G.: A comparison of miniplates and teeth for orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008, 133(2), 189.

Krishnan V.: Critical issues concerning root resorption: a contemporary review. *World J Orthod.* 2005, 6(1), 30-40.

Kuroda S, Iwata M, Tamamura N, Ganzorig K, Hichijo N, Tomita Y, Tanaka E.: Interdisciplinary treatment of a nonsyndromic oligodontia patient with implant-anchored orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014, 145(4), 136-47.

Leone SMM, de Souza-Constantino AM, Conti ACCF, Filho LC, de Almeida-Pedrin RR.: The influence of text messages on the cooperation of Class II patients regarding the use of intermaxillary elastics. *Angle Orthod.* 2019, 89(1), 111-116.

Lindqvist B, Thilander B.: Extraction of third molars in cases of anticipated crowding in the lower jaw. *Am J Orthod.* 1982, 81(2), 130-9.

Little RM, Riedel RA, Engst ED.: Serial extraction of first premolars-postretention evaluation of stability and relapse. *Angle Orthod.* 1990, 60(4), 255-62.

Little RM, Riedel RA, Stein A.: Mandibular arch length increase during the mixed dentition: postretention evaluation of stability and relapse. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1990, 97(5), 393-404.

Little RM, Riedel RA.: Postretention evaluation of stability and relapse-mandibular arches with generalized spacing. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1989, 95(1), 37-41.

Little RM, Wallen TR, Riedel RA.: Stability and relapse of mandibular anterior alignment-first premolar extraction cases treated by traditional edgewise orthodontics. *Am J Orthod.* 1981, 80(4), 349-65.

Little RM.: Stability and relapse of dental arch alignment. *Br J Orthod.* 1990, 17(3), 235-41.

Liu XQ, Yang Y, Zhou JF, Liu MY, Tan JG.: Three-dimensional movement of posterior teeth after losing the interproximal and occlusal contacts in adults. *Beijing Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban.* 2021, 53(3), 594-597.

Maganzini AL, Wong AM, Ahmed MK.: Forces of various nickel titanium closed coil springs. *Angle Orthod.* 2010 Jan, 80(1), 182-7.

Majchrzak K, Burzyńska B, Kostrzewa-Janicka J, Mierzwińska-Nastalska E.: Ocena czynników miejscowych i ogólnych mających wpływ na układ ruchowy narządu żucia. *Protetyka Stomatologiczna,* 2011, 3, 196-203.

Manhartsberger C, Seidenbusch W.: Force delivery of Ni-Ti coil springs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996, 109(1), 8-21.

Marks SC Jr, Schroeder HE.: Tooth eruption: theories and facts. *Anat Rec.* 1996, 245(2), 374-93.

Mathu-Muju KR, Kennedy DB.: Loss of Permanent First Molars in the Mixed Dentition: Circumstances Resulting in Extraction and Requiring Orthodontic Management. *Pediatr Dent.* 2016, 38(5), 46-53.

Melgen B, Topp LF, Melsen HM, Terp S.: Force system developed from closed coil springs. *Eur J Orthod.* 1994, 16(6), 531-9.

Metzner R, Schwestka-Polly R, Helms HJ, Wiechmann D.: Comparison of anchorage reinforcement with temporary anchorage devices or a Herbst appliance during lingual orthodontic protraction of mandibular molars without maxillary counterbalance extraction. *Head Face Med.* 2015, 11, 22.

Miura F, Mogi M, Ohura Y, Karibe M.: The super-elastic Japanese NiTi alloy wire for use in orthodontics. Part III. Studies on the Japanese NiTi alloy coil springs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988, 94(2), 89-96.

Mohammed AO, Kaklamanos EG.: Effect of ovariectomy-induced osteoporosis on the amount of orthodontic tooth movement: a systematic review of animal studies. *Eur J Orthod.* 2021, 43(6), 672-681.

Moreira TC, Murcha NA.: A frequencia de exodontias em tratamentos ortodonticos realizados na Clinica do Curso de Mestrado em Ortodontia da Faculdade de Odontologia da UFRJ. *Ortodon Gauch* 1997; 1, 121-30.

Motoyoshi M, Hirabayashi M, Uemura M, Shimizu N.: Recommended placement torque when tightening an orthodontic mini-implant. *Clin Oral Implants Res.* 2006, 17(1), 109-14

Nadaes MR, Maues CP, DE Andrade CO, Salvio LA, Devito KL, Romano Sousa CM.: Evaluation of the position of unerupted mandibular third molars with and without root dilacerations: a study on panoramic radiographs. *Minerva Stomatol.* 2016, 65(3), 152-7.

Nagaraj K, Upadhyay M, Yadav S.: Titanium screw anchorage for protraction of mandibular second molars into first molar extraction sites. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008, 134(4), 583-91.

Nanda RS, Kierl MJ.: Prediction of cooperation in orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1992, 102(1), 15-21.

Nightingale C, Jones SP.: A clinical investigation of force delivery systems for orthodontic space closure. *J Orthod.* 2003, 30(3), 229-36.

Nijakowski K.: Nawyki higieniczne związane z jamą ustną u dzieci szkoły podstawowej- badanie ankietowe. *Probl Hig Epidemiol* 2015, 96(1), 298-301

Ning M, Weiran L.: Comparison of treatment outcomes in patients with maxillary dentoalveolar protrusion by applying different anchorage methods: a three-dimensional model study. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* 2015, 33(1), 63-6.

Owens SE, Buschang PH, Cope JB, Franco PF, Rossouw PE.: Experimental evaluation of tooth movement in the beagle dog with the mini-screw implant for orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007, 132(5), 639-46.

Park HS, Jeong SH, Kwon OW.: Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006, 130(1), 18-25.

Park HS, Lee YJ, Jeong SH, Kwon TG.: Density of the alveolar and basal bones of the maxilla and the mandible. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008, 133(1), 30-7.

Peck S, Peck H.: Frequency of tooth extraction in orthodontic treatment. *Am J Orthod.* 1979, 76(5), 491-6.

Peck S.: Extractions, retention and stability: the search for orthodontic truth. *Eur J Orthod.* 2017, 39(2), 109-115.

Pontes LF, Maia FA, Almeida MR, Flores-Mir C, Normando D.: Mandibular Protraction Appliance Effects in Class II Malocclusion in Children, Adolescents and Young Adults. *Braz Dent J.* 2017, 28(2), 225-233.

Proffit WR, Fields HW, Sarver DM.: *Biomechanika, mechanika i współczesne aparaty ortodontyczne.* Ortodoncja współczesna, Elsevier 2010.

Proffit WR.: Forty-year review of extraction frequencies at a university orthodontic clinic. *Angle Orthod.* 1994, 64(6), 407-14.

Quinn RS, Yoshikawa DK.: A reassessment of force magnitude in orthodontics. *Am J Orthod.* 1985, 88(3), 252-60.

Rajcich MM, Sadowsky C.: Efficacy of intraarch mechanics using differential moments for achieving anchorage control in extraction cases. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997, 112(4), 441-8.

Reichert C, Gözl L, Dirk C, Jäger A.: Retrospective investigation of gingival invaginations: Part I: Clinical findings and presentation of a coding system. *J Orofac Orthop.* 2012, 73(4), 307-16.

Reichert C, Kutschera E, Nienkemper M, Scharf S, Mengel M, Fimmers R, Fuhrmann C, Plötz C, Gözl L, Drescher D, Braumann B, Jäger A.: Influence of time after extraction on the development of gingival invagination: study protocol for a multicenter pilot randomized controlled clinical trial. *Trials*. 2013, 14, 108.

Reitan K.: Clinical and histologic observations on tooth movement during and after orthodontic treatment. *Am J Orthod*. 1967, 53(10), 721-45.

Rivera Circuns AL, Tulloch JF.: Gingival invagination in extraction sites of orthodontic patients: their incidence, effects on periodontal health, and orthodontic treatment. *Am J Orthod*. 1983, 83(6), 469-76.

Roberts WE, Smith RK, Zilberman Y, Mozsary PG, Smith RS.: Osseous adaptation to continuous loading of rigid endosseous implants. *Am J Orthod*. 1984, 86(2), 95-111.

Robertson PB, Schultz LD, Levy BM.: Occurrence and distribution of interdental gingival clefts following orthodontic movement into bicuspid extraction sites. *J Periodontol*. 1977, 48(4), 232-5.

Saelens NA, De Smit AA.: Therapeutic changes in extraction versus non-extraction orthodontic treatment. *Eur J Orthod*. 1998, 20(3), 225-36.

Samuels RH, Rudge SJ, Mair LH.: A clinical study of space closure with nickel-titanium closed coil springs and an elastic module. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1998, 114(1), 73-9.

Santos AC, Tortamano A, Naccarato SR, Dominguez-Rodriguez GC, Vigorito JW.: An in vitro comparison of the force decay generated by different commercially available elastomeric chains and NiTi closed coil springs. *Braz Oral Res*. 2007, 21(1), 51-7.

Selmani ME, Gjorgova J, Selmani ME, Shkreta M, Duci SB.: Effects of Lower Third Molar Angulation and Position on Lower Arch Crowding. *Int J Orthod Milwaukee*. 2016, 27(1), 45-9.

Siatkowski RE.: Incisor uprighting: mechanism for late secondary crowding in the anterior segments of the dental arches. *Am J Orthod*. 1974, 66(4), 398-410.

Sorensen JA, Martinoff JT.: Intracoronar reinforcement and coronal coverage: a study of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent.* 1984, 51(6), 780-4.

Stepovich ML.: A clinical study on closing edentulous spaces in the mandible. *Angle Orthod.* 1979, 49(4), 227-33.

Tan WL, Wong TL, Wong MC, Lang NP.: A systematic review of post-extractional alveolar hard and soft tissue dimensional changes in humans. *Clin Oral Implants Res.* 2012, 23(5), 1-21.

Tavares CAE.: Agenesis of mandibular second premolar in patient with dental bimaxillary protrusion. *Dental Press J Orthod.* 2017, 22(2), 106-117.

Thilander B, Myrberg N.: The prevalence of malocclusion in Swedish schoolchildren. *Scand J Dent Res.* 1973, 81(1), 12-21.

Thiruvengkatachari B, Pavithranand A, Rajasigamani K, Kyung HM.: Comparison and measurement of the amount of anchorage loss of the molars with and without the use of implant anchorage during canine retraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006, 129(4), 551-4.

Tokarska P, Marczyńska-Stolarek M, Zadurska M.: The role of vitamin D3 during orthodontic treatment-a literature review. *Orthodontic Forum.* 2019, 15(1), 50-57.

Tran TT.: Prevalence and rationale of orthodontic extractions at Loma Linda University. *Loma Linda University Electronic Theses, Dissertations & Projects.* Loma: Loma Linda University Libraries; 2015; online: Scholars repository.

Trombelli L, Farina R, Marzola A, Bozzi L, Liljenberg B, Lindhe J.: Modeling and remodeling of human extraction sockets. *J Clin Periodontol.* 2008, 35(7), 630-9.

Tseng YC, Hsieh CH, Chen CH, Shen YS, Huang IY, Chen CM.: The application of mini-implants for orthodontic anchorage. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2006, 35(8), 704-7.

Türköz C, Ulusoy C.: Effect of premolar extraction on mandibular third molar impaction in young adults. *Angle Orthod.* 2013, 83(4), 572-7.

Urias D, Mustafa FI.: Anchorage control in bioprogressive vs straight-wire treatment. *Angle Orthod.* 2005, 75(6), 987-92.

Weine FS, Wax AH, Wenckus CS.: Retrospective study of tapered, smooth post systems in place for 10 years or more. *J Endod.* 1991, 17(6), 293-7.

Williams JK, Gowans AJ.: Hypomineralised first permanent molars and the orthodontist. *Eur J Paediatr Dent.* 2003, 4(3), 129-32.

Winkler J, Göllner N, Göllner P, Pazera P, Gkantidis N.: Apical root resorption due to mandibular first molar mesialization: A split-mouth study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2017, 151(4), 708-717.

Włodarczyk-Górniak O, Pawłowska E.: Factors affecting the success of orthodontic miniscrew implantation- review of literature. *Clinical Orthodontics* 2017, 1, 35-43.

Wolff J.: *The law of bone remodeling.* Springer-Verlag, Berlin 1986.

Xu X, Zhao Q, Yang S, Fu G, Chen Y.: A new approach to accelerate orthodontic tooth movement in women: Orthodontic force application after ovulation. *Med Hypotheses.* 2010, 75(4), 405-7.

Yao CC, Lai EH, Chang JZ, Chen I, Chen YJ.: Comparison of treatment outcomes between skeletal anchorage and extraoral anchorage in adults with maxillary dentoalveolar protrusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008, 134(5), 615-24.

Zadurska M, Piekarczyk B, Kochanek A, Marczyńska M, Maszewska M, Rasała A, Zakrzewska M: Wady zgryzu i zaburzenia funkcji układu mięśniowo-stawowego u dzieci w wieku 10-13 lat. *Ortopedia szczękowa i ortodoncja*, 2005, 2, 14-17.

Zawilska A, Koszowski R, Waśkowska J.: Evaluation of morphology and types of retention impacted third molars on pantomograms. *Annales Academiae Medicae Stetinesis.* 2007, 53(3), 165-171.

Zhang J, Liu HC, Lyu X, Shen GH, Deng XX, Li WR, Zhang XX, Feng HL.: Prevalence of tooth agenesis in adolescent Chinese populations with or without orthodontics. *Chin J Dent Res.* 2015, 18(1), 59-65.

Zhang L., Zhao Z., Lia Y.: Osseointegration of orthodontic miniscrew after immediate and early loading. *Angle Orthod.* 2010, 80(2), 354-360.

Zimmer B, Rottwinkel Y. Orthodontic space closure without counterbalancing extractions in patients with bilateral aplasia of the lower second premolars. *J Orofac Orthop.* 2002, 63(5), 400-21.

10. Spis rycin i tabel

Ryciny:

Ryc. 1. Możliwości postępowania z luką poekstakcyjną po usunięciu pierwszego trzonowca w żuchwie. Rycina własna	10
Ryc. 2. Typy zatrzymania zębów mądrości w żuchwie (strona lewa) wg Tetscha i Wagnera	11
Ryc. 3. Kolejne etapy zaniku kości wyrostka zębodołowego. Brak zęba powoduje defekt kostny, utratę sąsiedniego zęba, zaburzenia funkcji żucia a nawet rysów twarzy. Źródło: www.dental-depot.com	14
Ryc. 4. Miniimplant ortodontyczny cylindryczny. (Włodarczyk-Górniak O. 2017) a - długość (6 mm, 8 mm, 10 mm); b - średnica zewnętrzna całkowita; c - średnica wewnętrzna bez gwintowania	16
Ryc. 5. Wiek pacjentów w grupach różniących się płcią i wynik testu istotności.....	22
Ryc. 6. Liczba (odsetek) mezjalizowanych trzonowców w grupach różniących się płcią i czasem wykonania ekstrakcji pierwszego trzonowca (1 - usunięty podczas planowania leczenia ortodontycznego, 2 - usunięty od pół roku do roku wcześniej, 3 - usunięty od roku do 2 lat wcześniej, 4 - usunięty od 2 lat do 5 lat wcześniej, 5 - usunięty od 5 lat wzwyż wcześniej) oraz wynik testu jednorodności.....	23
Ryc. 7. Dwa guziki połączone łańcuszkiem (widok od strony językowej). Rycina własna	25
Ryc. 8. Schemat obrazujący aktywację przy pomocy sprężyny NiTi zamkniętej o mikroimplant wszczepiony pomiędzy korzenie pierwszego i drugiego przedtrzonowca (widok od strony policzkowej). Rycina własna.....	26
Ryc. 9. Schemat obrazujący aktywację przy pomocy sprężyny NiTi zamkniętej o haczyk zaciskowy zaciśnięty na pomiędzy pierwszym i drugim przedtrzonowcem (widok od strony policzkowej). Rycina własna.....	27
Ryc. 10. Kąt α_1 i α_2 oceniane przed mezjalizacją drugiego i trzeciego zęba trzonowego między drugim przedtrzonowcem. Kąt α_1 wyznaczony zostaje przez przecięcie się linii wyznaczonych przez długą oś zęba drugiego trzonowego oraz drugiego przedtrzonowego. Kąt α_2 wyznaczony zostaje przez przecięcie się linii wyznaczonych przez długą oś zęba trzeciego trzonowego oraz drugiego przedtrzonowego	29
Ryc. 11. Stan po mezjalizacji zębów drugiego i trzeciego trzonowca. Widoczna uzyskana równoległość pomiędzy korzeniami poszczególnych zębów.....	30
Ryc. 12. Ocena występowania resorpcji korzenia wg skali A, B, C, D, E. Rycina własna	30
Ryc. 13. Przykładowy cefalogram z zaznaczonymi punktami cefalometrycznymi.....	31
Ryc. 14. Kąt SNA i kąt SNB	32
Ryc. 15. Kąta ANB	33
Ryc. 16. Kąt SNGoGn.....	33
Ryc. 17. Kąt 1:1.....	34
Ryc. 18. kąta 1:NA	34
Ryc. 19. Kąt 1:NB	35
Ryc. 20. Kąta 1:GoGn	35
Ryc. 21. Czas zamknięcia luki poekstakcyjnej w zależności od wieku pacjentów obu grup (A + B) i wartość współczynnika korelacji Pearsona (r).....	38
Ryc. 22. Czas zamknięcia luki poekstakcyjnej w grupach wiekowych i wynik analizy wariancji (ANOVA).....	39
Ryc. 23. Czas zamknięcia luki poekstakcyjnej u pacjentów grupy A w podgrupach wiekowych i wynik analizy wariancji (ANOVA).....	39

Ryc. 24. Czas zamknięcia luki poekstrakcyjnej u pacjentów grupy B w podgrupach wiekowych i wynik analizy wariancji (ANOVA).....	40
Ryc. 25. Porównania oczekiwanych średnich brzegowych czasu zamknięcia luki poekstrakcyjnej w grupach różniących się płcią, rodzajem zakotwienia oraz interakcją płci z rodzajem zakotwienia.....	41
Ryc. 26. Czas zamknięcia luki poekstrakcyjnej u osób różniących się czasem ekstrakcji zęba i wynik analizy wariancji	42
Ryc. 27. Aktywność fizyczna osób w grupach różniących się rodzajem zakotwienia i wynik testu istotności.....	43
Ryc. 28. Czas zamknięcia luki poekstrakcyjnej u osób różniących się aktywnością fizyczną i wynik testu istotności	43
Ryc. 29. Czas zamknięcia luki poekstrakcyjnej u osób różniących się aktywnością fizyczna (częstość jej uprawiania) i wynik analizy wariancji.....	44
Ryc. 30. Liczba (odsetek) pacjentów suplementujących witaminę D i wynik testu Fishera ...	44
Ryc. 31. Czas zamknięcia luki poekstrakcyjnej u osób różniących się suplementacją diety i wynik testu istotności	45
Ryc. 32. Kąty α między zębami 45/47 lub 35/37 przed i po leczeniu w grupach różniących się rodzajem zakotwienia i wyniki testu istotności dla zmiennych powiązanych	47
Ryc. 33. Kąty α między zębami 45/48 lub 35/38 przed i po leczeniu w grupach różniących się rodzajem zakotwienia i wyniki testu istotności dla zmiennych powiązanych	47
Ryc. 34. Kąty α między zębami 47/48 lub 37/38 przed i po leczeniu w grupach różniących się rodzajem zakotwienia i wyniki testu istotności dla zmiennych powiązanych	48
Ryc. 35. Histogramy wyników pomiaru kąta SNA i kąta SNB przed leczeniem oraz wyniki testów normalności rozkładów	49
Ryc. 36. Histogramy wyników pomiaru kąta ANB przed leczeniem oraz wynik testu normalności	50
Ryc. 37. Histogramy wyników pomiaru kąta SNGoGn przed leczeniem oraz wynik testu normalności	51
Ryc. 38. Histogramy wyników pomiaru kąta 1:1 przed leczeniem oraz wynik testu normalności	52
Ryc. 39. Histogramy wyników pomiaru kąta U1:NA przed leczeniem oraz wynik testu normalności	53
Ryc. 40. Histogramy wyników pomiaru kąta L1:NB przed leczeniem oraz wynik testu normalności	54
Ryc. 41. Histogramy wyników pomiaru kąta L1:GoGn przed leczeniem oraz wynik testu normalności	55
Ryc. 42. Kąty SNA i SNB przed i po leczeniu w grupie A pacjentów z zakotwieniem zębowym i wyniki testów istotności (test t-Studenta dla zmiennych powiązanych)	55
Ryc. 43. Kąty SNA i SNB przed i po leczeniu w grupie B pacjentów z zakotwieniem zębowym i wyniki testów istotności (test t-Studenta dla zmiennych powiązanych)	56
Ryc. 44. Kąt ANB przed i po leczeniu w porównanie obu grup i wynik testu istotności (test t-Studenta dla zmiennych powiązanych)	56
Ryc. 45. Kąt L1:GoGn przed i po leczeniu w grupie B (pacjentów z zakotwieniem zębowym) i wynik testu istotności (test t-Studenta dla zmiennych powiązanych).....	57
Ryc. 46. Histogram czasu trwania mezjalizacji trzonowców oraz podstawowe statystyki opisowe: M - średnia; SD - odchylenie standardowe; Me - mediana (50%); Q1 - kwartył dolny (25%); Q3 - kwartył górny (75%); Min - wartość najmniejsza; Max - wartość największa	58
Ryc. 47. Czas całkowitego zamknięcia luki ekstrakcyjnej w grupach różniących się rodzajem zastosowanego zakotwienia i wynik testu istotności	58

Ryc. 48. Prędkość zamykania luki ekstrakcyjnej w grupach różniących się rodzajem zastosowanego.....	60
Ryc. 49. Prędkość zamykania luki ekstrakcyjnej w grupach różniących się rodzajem zastosowanego zakotwienia i wynik testu istotności	60

Tabele:

Tabela 1. Wiek badanych w ostatecznej grupie badawczej	21
Tabela 2. Czas wykonania ekstrakcji pierwszego trzonowca w żuchwie od momentu rozpoczęcia leczenia ortodontycznego z uwzględnieniem płci.....	22
Tabela 3. Typy zatrzymania trzecich trzonowców w grupie badanej	24
Tabela 4. Porównywane parametry w grupach zębów różniących się rodzajem zakotwienia.	29
Tabela 5. Normy parametrów kątowych wg analizy cefalometrycznej wg Steinera i Kaminka, porównanie poszczególnych wartości za Karłowska (2019)	36
Tabela 6. Czas zamknięcia się luki poekstrakcyjnej (miesiące) w grupach pacjentów różniących się wiekiem w chwili rozpoczęcia leczenia i wynik analizy wariancji.....	38
Tabela 7a. Czas zamknięcia się luki poekstrakcyjnej (miesiące) w grupach A pacjentów różniących się wiekiem w chwili rozpoczęcia leczenia i wynik analizy wariancji.....	39
Tabela 10. Czas zamknięcia się luki poekstrakcyjnej (miesiące) w grupach pacjentów różniących się czasem usunięcia pierwszego trzonowca w żuchwie i wynik analizy wariancji	42
Tabela 11. Czas zamknięcia się luki poekstrakcyjnej (miesiące) w grupach pacjentów różniących się aktywnością fizyczną i wynik testu istotności t-Studenta	43
Tabela 12. Czas zamknięcia się luki poekstrakcyjnej (miesiące) w grupach pacjentów różniących się stosowaniem suplementacji diety i wynik testu istotności t-Studenta	44
Tabela 13. Liczba (odsetek) zębów poddanych mezjalizacji w grupach różniących się zakotwieniem i wyniki testów statystycznych	45
Tabela 14. Wyniki analizy zdjęć panoramicznych w obu grupach przed i po leczeniu.....	46
Tabela 15. Liczba (odsetek) luk poekstrakcyjnych poddanych mezjalizacji w grupach różniących się zakotwieniem i resorpcją zębów oraz wyniki testów statystycznych	48
Tabela 16. Wyniki analizy Steinera – wartości kątów ($M \pm SD$) w obu grupach przed i po leczeniu.....	56
Tabela 17. Prędkości zamykania luki poekstrakcyjnej w kolejnych miesiącach leczenia v_i (mm/miesiąc) w grupach różniących się rodzajem zakotwienia oraz prędkości średnie dla całego okresu leczenia (M_v), odchylenia standardowe (SD_v) i współczynniki zmienności V_v (%).....	59

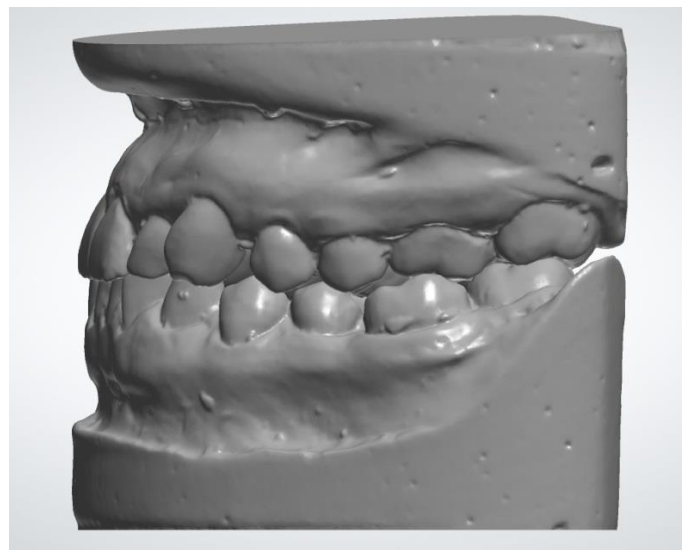
Tabela 18. Najczęstsze efekty niepożądane występujące podczas terapii i ich rozwiązania kliniczne	62
---	----

11. Dokumentacja wybranych przypadków

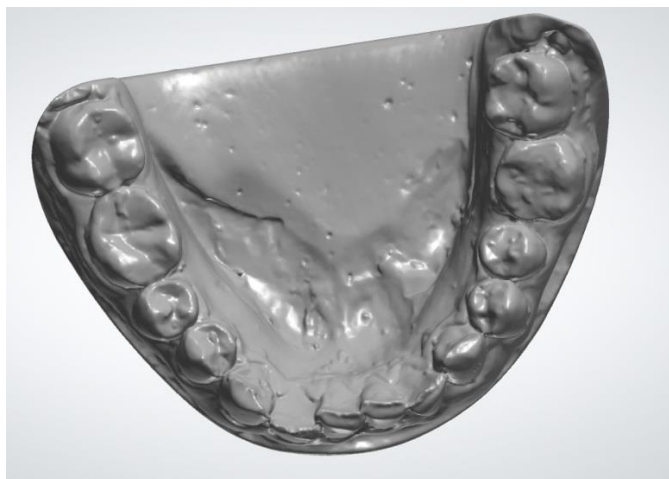
11.1. Dokumentacja radiologiczna i fotograficzna pacjenta z grupy z zakotwieniem szkieletowym (mezjalizacja w oparciu o mikroimplant)



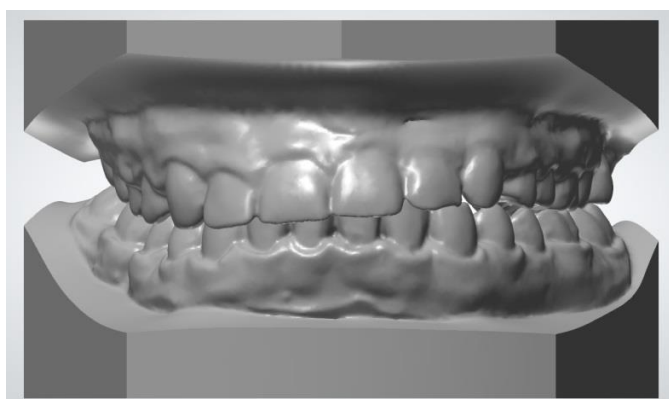
Skan 1. Szczęka i żuchwa, widok przedni przed leczeniem



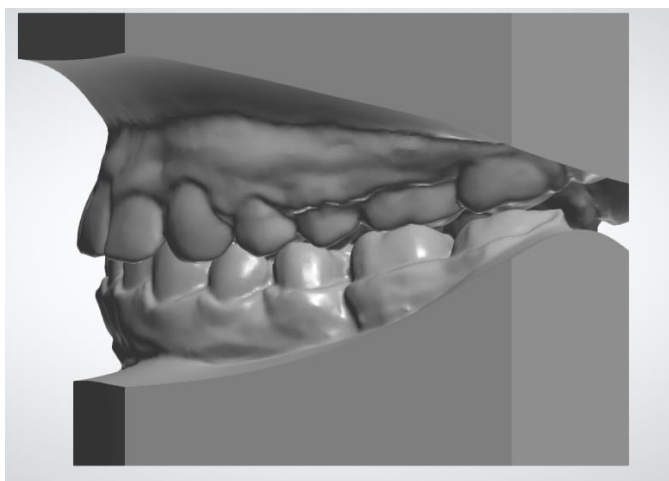
Skan 2. Szczęka i żuchwa, widok strona lewa przed leczeniem



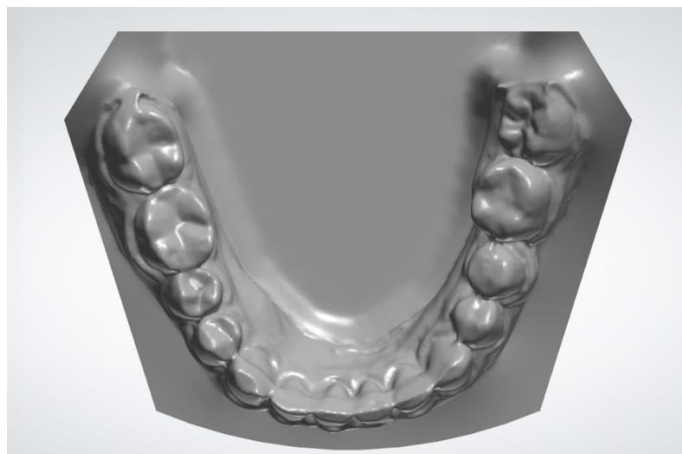
Skan 3. Żuchwa, widok od góry przed leczeniem



Skan 4. Szczęka i żuchwa, widok przedni po leczeniu



Skan 5. Szczęka i żuchwa, widok strona lewa po leczeniu



Skan 6. Żuchwa, widok od góry po leczeniu



Fot. 1. Zdjęcie panoramiczne wykonanie przed rozpoczęciem leczenia. U tego pacjenta zaplanowano ekstrakcję nierokującego, zniszczonego zęba 36 podczas planowania leczenia ortodontycznego. Ząb 38 niewidoczny w jamie ustnej, całkowicie zatrzymany



Fot. 2. Zdjęcie panoramiczne wykonane po zakończeniu leczenia ortodontycznego, ząb 37 zmezjalizowany, 38 wprowadzony do łuku zębowego



Fot. 3. Zdjęcie cefalometryczne wykonane przed rozpoczęciem leczenia



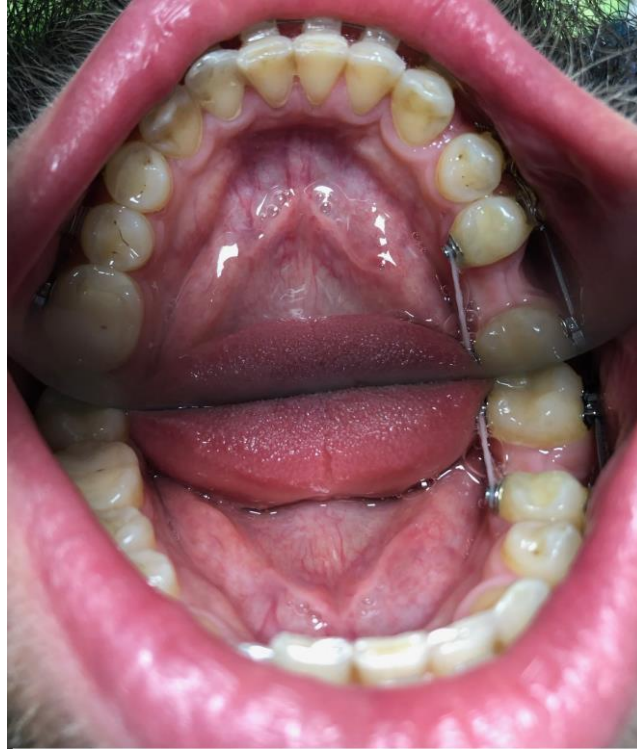
Fot. 4. Zdjęcie cefalometryczne wykonane po zakończeniu leczenia orodontycznego



Fot. 5. Zdjęcie wewnątrzustne wykonane 24.05.2018 r. Rozpoczęcie mezjalizacji, luka po 36 o wielkości 11 mm



Fot. 6. Zdjęcie wewnątrzustne wykonane 21.02.2019 r., po 9 miesiącach mezjalizacji luka o wymiarach 7, 12 mm



Fot. 7. Zdjęcie wewnątrzustne wykonane 16.10.2019 r., po 15 miesiącach mezjalizacji luka po 36 o wymiarach 6,1 mm

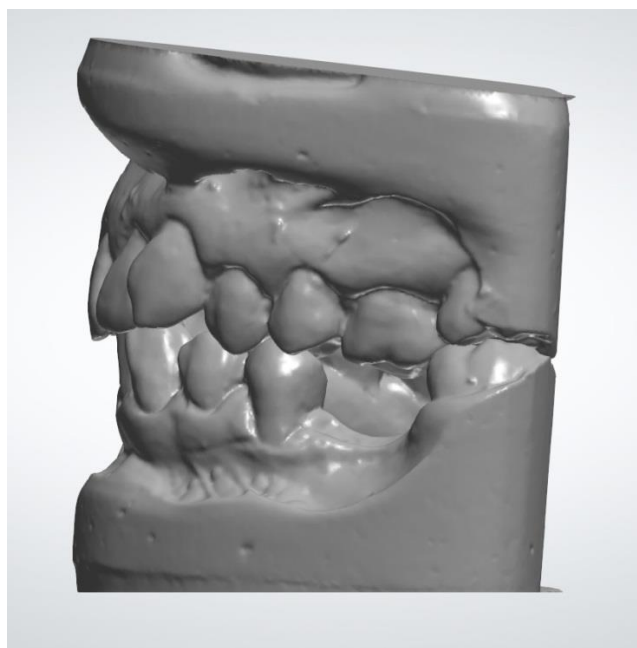


Fot. 8. Zdjęcie wewnątrzustne wykonane 24.08.2020 r., po 27 miesiącach mezjalizacji luka o wymiarach 3,5 mm. Ząb 38 wprowadzony do łuku

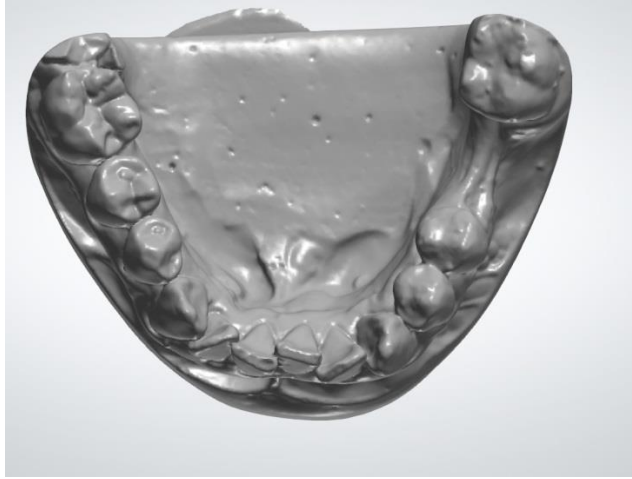
11.2. Dokumentacja radiologiczna i fotograficzna pacjenta z grupy z wykorzystaniem zakotwienia zębowego



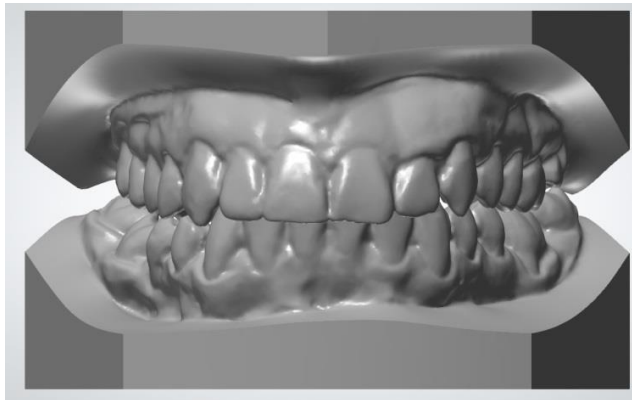
Skan 7. Szczęka i żuchwa, widok przedni przed leczeniem



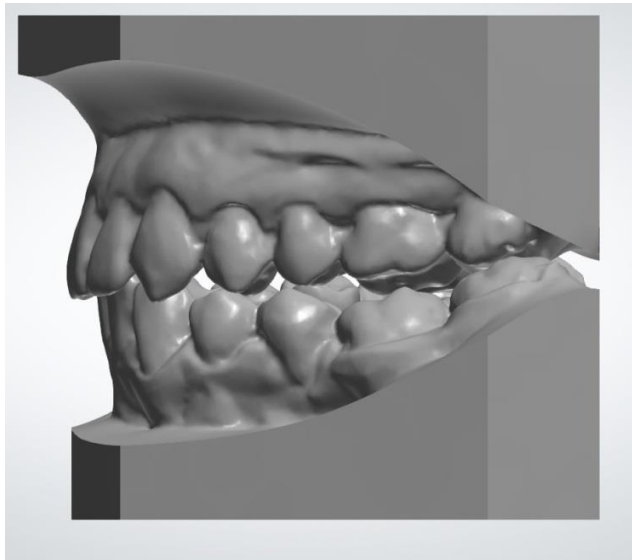
Skan 8. Szczęka i żuchwa, widok strona lewa przed leczeniem



Skan 9. Żuchwa widok z góry przed leczeniem



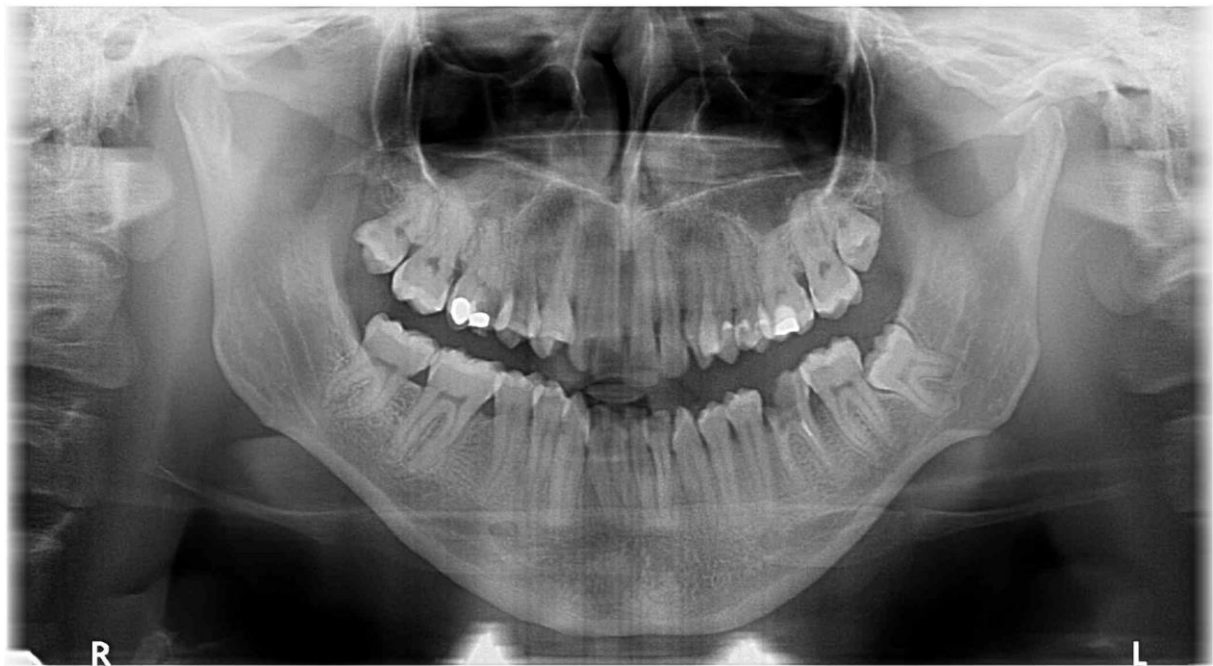
Skan 10. Szczęka i żuchwa, widok przedni po leczeniu



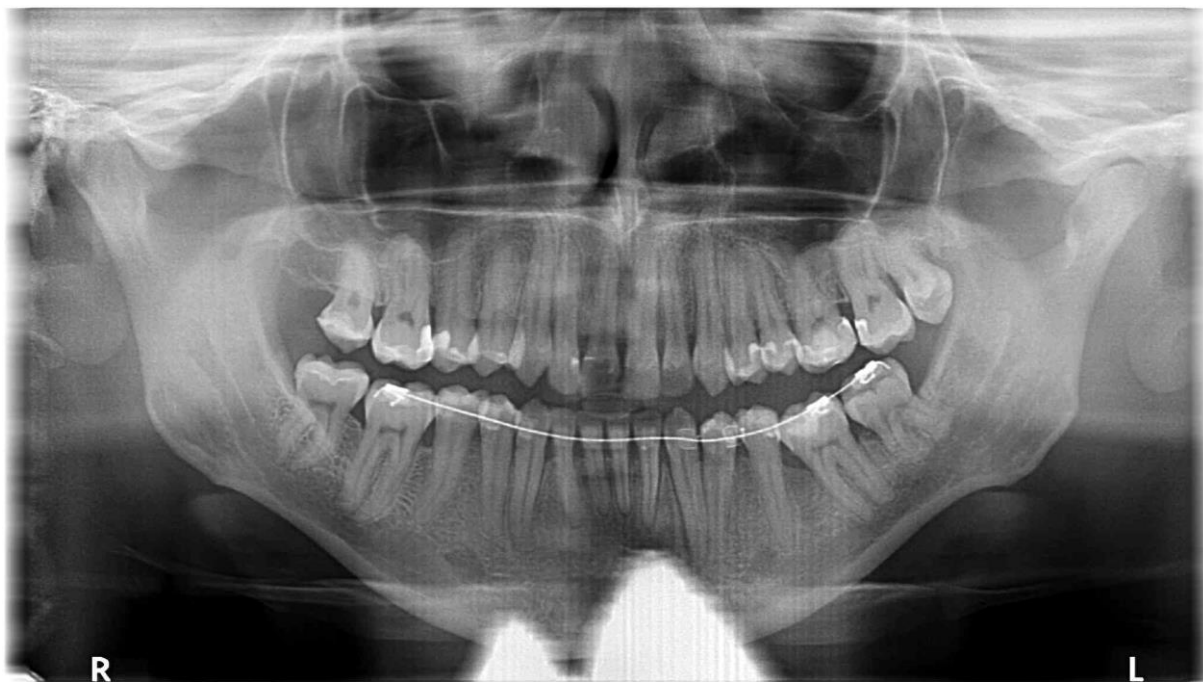
Skan 11. Szczęka i żuchwa, widok strona lewa po leczeniu



Skan 12. Żuchwa widok z góry po leczeniu



Fot. 9. Zdjęcie panoramiczne wykonane przed rozpoczęciem leczenia. U pacjenta zaplanowano ekstrakcję nierokującego, zniszczonego zęba 36 podczas planowania leczenia ortodontycznego. Ząb 38 niewidoczny w jamie ustnej, całkowicie zatrzymany, retencja mezjalnokątowa. Po przeciwnej stronie brak zęba 48, z wywiadu usunięty



Fot. 10. Zdjęcie panoramiczne wykonane po zakończeniu leczenia ortodontycznego, ząb 37 zmezjalizowany, 38 wprowadzony do łuku zębowego



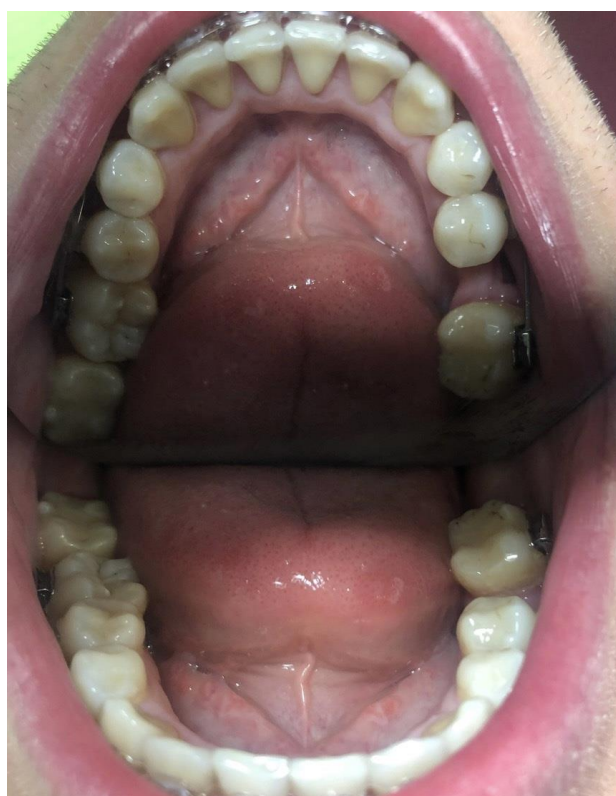
Fot. 11. Zdjęcie cefalometryczne wykonane przed rozpoczęciem leczenia



Fot. 12. Zdjęcie cefalometryczne wykonane po zakończeniu leczenia orodontycznego



Fot. 13. Zdjęcie wewnątrzustne wykonane 20.07.2019 r. Rozpoczęcie mezjalizacji, luka po 36 o wielkości 9,8 mm



Fot. 14. Zdjęcie wewnątrzustne wykonane 20.02.2020 r., po 3 miesiącach mezjalizacji luka o wymiarach 5,8 mm



Fot. 15. Zdjęcie wewnątrzustne wykonane 20.08.2020 r., po 9 miesiącach mezjalizacji luka o wymiarach 4,5 mm



Fot. 16. Zdjęcie wewnątrzustne wykonane 17.04.2021 r., luka całkowicie zamknięta, ząb 38 w położeniu dojzwykowym, wprowadzany do łuku zębowego

ANKIETA WŁĄCZAJĄCA DO PROJEKTU BADAWCZEGO „OCENA PORÓWNAWCZA CZASU ZAMKNIĘCIA LUKI POEKSTRAKCYJNEJ PO PIERWSZYM ZĘBIE TRZONOWYM W ŻUCHWIE PRZY WYKORZYSTANIU RÓŻNYCH METOD ZAKOTWIENIA PRZY MEZJALIZACJI DRUGIEGO ZĘBA TRZONOWEGO”

1. Imię i nazwisko

2. Wiek

3. Płeć K M

4. Jaką dietę Pan/Pani stosuje?

jem wszystkie produkty

wegetariańską (nie spożywam białka odzwierzęcego)

laktowegetariańską (spożywam produkty mleczne)

laktowegetariańską (spożywam produkty mleczne i jajka)

wegańską

witariańską (spożywam tylko produkty surowe, poddawane działaniu temperatury do 50° C)

frutariańską (spożywam tylko owoce)

5. Czy choruje Pan/Pani na jakąś chorobę przewlekłą? Jeżeli tak proszę podać na jaką.....

.....
.....

6. Czy przyjmuje Pan/Pani na stałe leki, szczególnie z grupy bifosforanów np. alendronian, ryzedronian, zoledronian lub z grupy glikokortykosteroidów, leki hormonalne? Jeżeli tak to które.....

.....
.....
.....

7. Czy przeszedł/a Pan/Pani radioterapię?

TAK NIE

8. Czy przeszedł/a Pan/Pani chemioterapię?

TAK NIE

9. Czy doznał/ła Pan/Pani urazu twarzowej części czaszki?

TAK NIE

10. Czy przeszedł/ła Pan/Pani operacje twarzowej części czaszki?

TAK NIE

11. Czy przyjmuje Pan/Pani suplementy diety, szczególnie witaminę C, K, witaminy z grupy B, związki wapnia, fosforu, magnezu? Jeżeli tak to które

.....

12. Czy żyje Pan/Pani obustronnie czy jednostronnie? Jeżeli jednostronnie to która strona przeważa w żuciu

.....

13. Czy uprawia Pan/Pani sport? Jaki?

.....

14. Jak często uprawia Pan/Pani sport?

codziennie

jeden-trzy razy w tygodniu

dwa-trzy razy w miesiącu

nie uprawiam sportu

15. Ząb pierwszy trzonowy w żuchwie:

został zakwalifikowany do usunięcia podczas planowania leczenia ortodontycznego

został usunięty do pół roku wcześniej

został usunięty od pół roku do roku wcześniej

został usunięty od roku do 2 lat wcześniej

został usunięty od 2 lat do 5 lat wcześniej

został usunięty od 5 lat wzwyż wcześniej

Wszystkie informacje uzyskane w ankiecie zostaną wykorzystane tylko i wyłącznie do celów naukowych. Do danych osobowych będzie miał wgląd tylko i wyłącznie lekarz prowadzący projekt badawczy tj. Magdalena Głowala.