

**POMORSKI UNIWERSYTET MEDYCZNY W SZCZECINIE**



**Lek. dent. Maciej Jedliński**

**Skuteczność postępowania retencyjnego w ortodoncji w świetle badań klinicznych,  
w ocenie lekarzy ortodontów i w mikroanalizie  
trójwymiarowych skanów wewnątrzustnych**

*Rozprawa doktorska w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu*

*Dyscyplina nauki medyczne*

*Promotor: prof. dr hab. n. med. Joanna Janiszewska-Olszowska*

**Szczecin 2024**

## Podziękowania

Dziękuję wszystkim, którzy wspierali mnie podczas ostatnich 4 lat mojego życia - od etapu projektu umożliwiającego mi wstąpienie do szkoły doktorskiej, przez pisanie przeglądu systematycznego, przeprowadzenie ankiety wśród kolegów lekarzy, przeprowadzenie badania klinicznego i wydanie artykułów. Dziękuję mojej Mamie, która zawsze była dla mnie wzorem w pracy klinicznej i bez której pomocy nie udałoby mi się skutecznie zamierzonej pracy wykonać.

Dziękuję Pani Profesor Janiszewskiej-Olszowskiej za zainspirowanie mnie do zajęcia się tematyką retencji ortodontycznej, cenne wskazówki naukowe i praktyczne oraz wspaniałą opiekę podczas realizacji pracy doktorskiej. Jest Pani dla mnie wzorem naukowca. Nadal uczę się od Pani Profesor jak wdrażać naukę do codziennej pracy klinicznej.

Pani Profesor Grocholewicz dziękuję za przyjęcie mnie do zespołu Zakładu Stomatologii Zintegrowanej.

Dziękuję firmie 3Shape Polska Sp.z.o.o. za użyczenie skanera do przeprowadzenia moich badań oraz udostępnienie oprogramowania, które umożliwiło zademonstrowanie pacjentom możliwości, jakie daje nakładanie skanów.

Dziękuję Pani dr Katarzynie Tandeckiej za długie godziny pracy nad analizą skanów w oprogramowaniu politechnicznym.

Dziękuję mojej cudownej Żonie, za ciągłą podróż po świecie nauki i odkrycia tego co nowe, inne, ciekawe, innowacyjne.

Dziękuję mojemu Tacie, Bratu oraz Wujkowi za dobre życiowe rady, które pozwoliły mi w spokoju przeżyć ten pełen wyzwań okres.

Dziękuję wszystkim pozostałym, którzy jakkolwiek przyczynili się do tego, że ta rozprawa mogła powstać i za to, jaki przybrała ostateczny kształt.

1. LISTA SKRÓTÓW.....	4
2. WSTĘP.....	5
3. CEL PRACY.....	9
4. MATERIAŁY I METODY.....	10
4.1. Metodyka przeglądu systematycznego i metaanalizy na temat skuteczności retainerów stałych i ich podatności na uszkodzenia.....	10
4.2. Metodyka badania ankietowego polskich ortodontów dotyczącego schematu postępowania retencyjnego i materiałów stosowanych do wykonania retainerów stałych.....	13
4.3. Metodyka trójwymiarowej analizy mikropresunięć zębów w fazie retencyjnej leczenia ortodontycznego – randomizowanego prospektywnego badania klinicznego.....	19
5. WYNIKI.....	25
5.1. Wyniki przeglądu systematycznego i metaanalizy. ....	25
5.2. Wyniki badania ankietowego.....	58
5.3. Wyniki randomizowanego prospektywnego badania klinicznego.....	66
6. DYSKUSJA.....	86
6.1. Dyskusja dotycząca przeglądu systematycznego i metaanalizy.....	86
6.2. Dyskusja dotycząca badania ankietowego.....	89
6.3. Dyskusja dotycząca randomizowanego prospektywnego badania klinicznego.....	94
7. WNIOSKI.....	98
8. STRESZCZENIE.....	99
9. SUMMARY.....	104
10. PIŚMIENNICTWO.....	109
11. PRACE STANOWIĄCE PODSTAWĘ DO UBIEGANIA SIĘ O STOPIEŃ NAUKOWY.....	120

## 1. LISTA SKRÓTÓW

BRW – braided wire - drut pleciony (czworokątny)

CCS – case-control study - badanie kliniczno-kontrolne

GC – gold chain - złoty łańcuszek

CAD/CAM – computer-aided design/computer-aided manufacturing – komputerowo wspomagane projektowanie/ komputerowo wspomagane wytwarzanie

FRC – fiber-reinforced composite - włókno szklane

FSW – flexible spiral wire - elastyczny drut spiralny (okrągły)

ICC - Intraclass Correlation Coefficient - współczynnik korelacji wewnątrzklasowej

LRR – log risk ratio – współczynnik logarytmu ryzyka

MRW – multistranded round wire - wielożyłowy drut okrągły

Odp. - odpowiedź

PICO – population, intervention, comparison, outcome – populacja, interwencja, porównanie, wynik

PRISMA - preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses - preferowane elementy sprawozdawcze dla przeglądów systematycznych i metaanaliz

RCT – randomized clinical trial - randomizowane badanie kliniczne

RCCT – randomizowane badanie kliniczno - kontrolne

RoB – risk of bias - ryzyko stronniczości

SS – stainless steel - stal nierdzewna

T – tytan

T<sub>0</sub> – T<sub>3</sub> – czas obserwacji

VL – pętla V

VFR – vacuum formed retainers – aparaty retencyjne formowane próżniowo

## 2. WSTĘP

Ze względu na zachodzące zmiany społeczne, coraz więcej osób korzysta z możliwości leczenia ortodontycznego. Po zdjęciu aparatu ortodontycznego pacjenci pragną dożywotnio utrzymać uzyskane wyniki leczenia. Po zakończeniu leczenia aktywnego następuje zatem faza retencyjna leczenia ortodontycznego.

Retencja ortodontyczna definiowana jest jako utrzymywanie optymalnej estetycznej i funkcjonalnej pozycji zębów po leczeniu aktywnym [1]. Powinna być traktowana jako ważna, integralna faza leczenia. Od początku istnienia ortodoncji, optymalne postępowanie retencyjne stanowiło trudne zagadnienie dla lekarzy ortodontów. George Hahn, w artykule z 1944 roku zatytułowanym "Retention - The Stepchild of Orthodontia" tzn. „Retencja – bękart ortodoncji” stwierdził: „Koncepcja retencji została opracowana w trudny sposób, to znaczy na podstawie dowodów klinicznych, wyników prób i błędów klinicznych, a we wszystkich z nich w całej historii ortodoncji jedna podstawowa rzecz się wyróżnia: niezależnie od czasu, przez jaki ząb jest utrzymywany w nowej pozycji za pomocą jakichkolwiek środków, po uwolnieniu będzie dążył do pozycji, w której jest w równowadze z siłami działającymi na uzębienie; czy te siły są dobre czy złe, jest to nieistotne” [2]. Już Edward Angle i jego uczniowie zauważyli, że idealne ustawienie zębów nie jest stabilne, a po przeprowadzonym leczeniu ortodontycznym dochodzi do niepożądanych zmian zgryzowych. Brak stabilności upatrywał w braku odpowiedniej przebudowy kości dookoła zęba ustawionego w nowej pozycji. W referacie wygłoszonym na IX Międzynarodowym Kongresie Medycznym w 1887 r. wskazywał: „Aparat retencyjny powinien trzymać zęby tak mocno, aby nie było żadnych ruchów, które mogłyby w jakikolwiek sposób zakłócić tworzenie się nowej kości. Absolutny brak ruchu jest niezbędny do uzyskania najszybszych i najbardziej satysfakcjonujących rezultatów” [3]. Za pierwszy retainer stały można uznać pierścień z ostrogami autorstwa Angle’a, zakładany na siekacze boczne, który był zalecany w przypadku, gdy przed leczeniem pacjent miał znacznie zrotowane zęby przednie. Z kolei u pacjentów, którzy wymagali utrzymania odpowiedniej szerokości łuku zębowego w odcinku przednim, proponował poprzeczną belkę opierającą się na pierścieniach [4]. Już w 1908 roku pojawiły się doniesienia, że pierścienie i poprzeczna stalowa belka jako forma retencji przyczyniają się do rozwoju próchnicy [5] oraz zaburzają estetykę uzębienia. Równolegle zaproponowano jako alternatywę stosowanie aparatów retencyjnych zdejmowanych, spośród których szczególną popularność zyskał zaproponowany w 1914 aparat Hawley’a [6]. W latach 50. zaprezentowano pierwsze retainery formowane próżniowo – Vacuum Formed Retainers (VFR). Przewagą retainera formowanego próżniowo w porównaniu

do aparatu Hawley'a było dokładne odwzorowanie położenia wszystkich zębów w łuku oraz uwolnienie podniebienia od akrylu, dzięki czemu nie zaburzał on mowy [7]. Spowodowało to, że w codziennej praktyce klinicznej powrócono do retencji stałej dopiero w latach 60. XX w. wraz z rozwojem technik adhezyjnych.

W piśmiennictwie nie rozstrzygnięto kwestii optymalnego postępowania retencyjnego, zatem lekarze, w miarę zdobywania doświadczenia, wypracowują własne metody retencji [8]. Pomimo ciągłego postępu naukowego w dziedzinie ortodoncji, wyniki wielu badań ankietowych pokazują, że faza retencji pozostaje źródłem kontrowersji wśród praktykujących lekarzy i nie ma zgody co do tego, jakie środki terapeutyczne należy zastosować i jakiego schematu postępowania klinicznego powinien przestrzegać ortodonta po zakończeniu aktywnej fazy leczenia. Wyniki badań ankietowych przeprowadzonych w różnych krajach na całym świecie [9,10,11] wykazały, że ortodonci europejscy zdecydowanie chętniej stosują aparaty retencyjne stałe, szczególnie w obrębie zębów przednich dolnych. Największą aprobatą specjalistów cieszy się retencja prowadzona jednocześnie aparatem retencyjnym zdejmowanym i reteinem stałym [9,10]. Z kolei w krajach azjatyckich ankietowani preferują reteneiry zdejmowane, szczególnie aparat Hawley'a [11]. Można znaleźć wiele badań dotyczących preferencji ortodontów, odnoszących się do stosowanego schematu postępowania w retencji lub aparatów retencyjnych zdejmowanych [9-18]. Nieliczne badania dotyczą preferencji lekarzy praktyków w odniesieniu do materiałów stosowanych do retencji stałej [19,20]. Ankiety we wspomnianych badaniach skupiały się na doborze schematu postępowania retencyjnego i materiałów do wytworzenia retencji, biorąc pod uwagę indywidualne cechy leczonego pacjenta, a nie na cechach materiału, które skłoniły ortodontów do wyboru danego kleju lub drutu do wykonania retencji stałej. Jest to zaskakujące, ponieważ na rynku proponowana jest szeroka gama materiałów - druty, włókna szklane – Fiber Reinforced Composites (FRC), jak również szereg materiałów kompozytowych do łączenia ich z powierzchnią zęba. Pomiędzy lekarzami również nie ma zgody co do optymalnej częstotliwości wizyt kontrolnych podczas fazy retencyjnej oraz optymalnego czasu trwania leczenia retencyjnego. Zdecydowana większość ortodontów jest zdania, że faza retencji powinna być długoterminowa - >5 lat [9] i >10 lat, bez względu na rodzaj wyleczonej wady [10,11] a niektórzy uważają, że w większości przypadków – dożywotnia [21].

Obecnie wymienia się następujące przyczyny niepożądanych zmian ustawienia zębów po zakończonym leczeniu aparatem ortodontycznym [22]:

- czynniki związane z przyzębiem, a zwłaszcza niezakończoną przebudowę włókien ozębnej, która trwa minimum trzy do czterech miesięcy po zakończeniu ortodontycznego ruchu zęba [23], a także aktywną postać choroby przyzębia [24]
- czynniki okluzyjne, to jest niekorzystny kąt międzysieczny, nieprawidłowe kontakty artykulacyjne i wynikające z tego nieprawidłowe prowadzenie podczas ekscentrycznych ruchów żuchwy [25,26]
- czynniki związane z tkankami miękkimi, a szczególnie zaburzoną równowagę sił mięśni żwaczy, języka, mięśnia okrężnego ust [22]
- czynniki wzrostowe, a zwłaszcza trwający wzrost żuchwy oraz przebudowę w obrębie stawu skroniowo żuchwowego [27], a także stałe przemodelowywanie się kości twarzowej części czaszki [28]
- zmiany związane z wiekiem i procesami starzenia się, między innymi implozję łuków zębowych, skracanie się łuków zębowych, „osiadanie zgryzu” (ang. settling) i obniżanie się wysokości zwarcia [26,29].

Właściwie prowadzone leczenie aktywne, a następnie optymalne postępowanie retencyjne powinno umożliwić lekarzowi redukcję negatywnego wpływu czynników związanych z przyzębiem, okluzją oraz tkankami miękkimi na pozycje zębów. Niecałkowicie przewidywalne czynniki wzrostowe pozostają w dużym stopniu poza wpływem lekarza. Szczególnie trudny do przewidzenia jest późny wzrost żuchwy występujący niekiedy także u dorosłych pacjentów (głównie mężczyzn, nawet do 24 r.ż), który może mieć negatywny wpływ nie tylko na ostateczny wynik leczenia aktywnego, ale i postępowania retencyjnego [28].

Najczęściej stosowanym wskaźnikiem do oceny występowania nawrotu stłoczeń jest, zaproponowany w 1975 roku, wskaźnik Little'a, czyli suma odległości pomiędzy anatomicznymi punktami stycznymi sąsiednich zębów przednich dolnych na modelu gipsowym [21]. Jest to metoda ograniczona do zębów przednich dolnych, jednowymiarowa i nieprecyzyjna. Dodatkowo wymaga ona pobrania wycisku, więc jest czasochłonna. Podjęto próby wyliczenia tego wskaźnika na podstawie standaryzowanych fotografii wewnątrzustnych, jednak okazały się one trudne do interpretacji w codziennej praktyce klinicznej [30]. Mimo stosowania nowoczesnych technologii w stomatologii, nie powstały nowe metody monitorowania retencji ortodontycznej. Najważniejsze publikacje dotyczące nawrotów wad zębowych pochodzą z przełomu wieków. Dotyczą one najczęściej odcinka przedniego uzębienia i uwzględniają wyłącznie aspekt estetyczny, pomijając łuk zębowy i okluzję. Obecnie w praktyce klinicznej, monitorowanie skuteczności retencji opiera się na badaniu klinicznym i ma charakter obserwacyjny. Nie stwierdzono jednoznacznych korelacji pomiędzy

przemieszczeniami zębów podczas aktywnej fazy leczenia a ryzykiem nawrotu wady [31,32]. W najnowszym piśmiennictwie wskazuje się, że obecnie nie ma wystarczających dowodów naukowych dotyczących optymalnego sposobu postępowania retencyjnego, dlatego na decyzje każdego lekarza wpływ mają jego osobiste doświadczenie kliniczne, wiedza specjalistyczna oraz dbałość i rzetelność pacjenta w stosowaniu się do zaleceń lekarza [33].

Nowoczesne technologie 3D otwierają w stomatologii zupełnie nowe możliwości. Przeprowadzone badania wykazały, że skanery najnowszej generacji zapewniają idealne odwzorowanie zarówno tkanek twardych, jak i miękkich z większą dokładnością niż klasyczne wyciski [34,35,36]. Nakładanie modeli 3D w zewnętrznym oprogramowaniu pozwala na szczegółową i obiektywną trójwymiarową analizę zmian położenia zębów oraz ich wzajemnych kontaktów [37,38].

### 3. CEL PRACY



Nowoczesne metody leczenia ortodontycznego pozwalają uzyskiwać doskonałe uszeregowanie zębów. Trwałość wyników leczenia ortodontycznego pozostaje jednak stale niewiadomą. Z tego powodu stosuje się aparaty, które mają zapewnić długoczasowe utrzymywanie zębów w uzyskanych pozycjach. W piśmiennictwie naukowym brakuje publikacji dotyczących skuteczności klinicznej i podatności na uszkodzenia aparatów retencyjnych stałych wykonanych z różnych materiałów. Brakuje także dowodów naukowych co do stabilności pozycji zębów w trakcie fazy retencyjnej leczenia ortodontycznego, przeprowadzanej z równoczesnym zastosowaniem aparatów retencyjnych stałych i zdejmowanych. Wynika stąd brak jednoznacznych wytycznych co do sposobu postępowania leczniczego w fazie retencyjnej leczenia ortodontycznego.

Celem niniejszej pracy było:

1. Zebranie i usystematyzowanie dostępnej w piśmiennictwie wiedzy, opartej na badaniach klinicznych, dotyczącej skuteczności aparatów retencyjnych stałych oraz ich podatności na uszkodzenia,
2. Ustalenie, jakie metody, materiały i zasady postępowania stosują polscy ortodonci w fazie retencyjnej leczenia ortodontycznego,
3. Ustalenie częstości uszkodzenia aparatów retencyjnych stałych, wykonanych z czworokątnego drutu plecionego oraz zdejmowanych szyn termoformowanych w czasie pierwszych sześciu miesięcy leczenia retencyjnego,
4. Ocena skuteczności podwójnej retencji ortodontycznej (polegającej na zastosowaniu retainerów stałych i szyn termoformowanych), za pomocą trójwymiarowej mikroanalizy zmian pozycji zębów podczas pierwszych sześciu miesięcy leczenia retencyjnego.

#### 4. MATERIAŁY I METODY

## 4.1. Metodyka przeglądu systematycznego i metaanalizy na temat skuteczności retainerów stałych i ich podatności na uszkodzenia

### 4.1.1. Strategia wyszukiwania

Przegląd systematyczny został przeprowadzony zgodnie z oświadczeniem PRISMA (preferowane elementy sprawozdawcze dla przeglądów systematycznych i metaanaliz) [39], wytycznymi dotyczącymi raportowania PRISMA [40,41] oraz wytycznymi zawartymi w Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions [42]. Przeszukiwano piśmiennictwo w celu znalezienia badań, dotyczących niepowodzeń w ortodontycznym postępowaniu retencyjnym zdefiniowanych jako uszkodzenia retainerów stałych i niepożądane przesunięcia zębów, w wyszukiwarkach Scopus, Web of Science, Embase i PubMed Central (data wyszukiwania 12 lutego 2021 r.). Wszystkie wyszukiwania zostały przeprowadzone przy użyciu kombinacji nagłówków tematycznych MeSH i wolnych terminów: ostateczna strategia wyszukiwania została określona na podstawie kilku wyszukiwań wstępnych. Ostatecznie, słowa kluczowe użyte w strategii wyszukiwania były następujące: (“orthodontic retainers AND failure AND wire”). Protokół badania został zarejestrowany w bazie danych PROSPERO pod numerem CRD42021233406. Ramy przeglądu systematycznego zgodnie z PICO [43] były następujące:

Populacja (Population): pacjenci leczeni ortodontycznie; Interwencja (Intervention): przyklejanie ortodontycznych retainerów stałych; Porównanie (Comparison): różne schematy przeprowadzania stałej retencji ortodontycznej; Wyniki (Outcome): współczynnik „awaryjności” retainerów, współczynnik niezawodności retainerów.

Włączone do przeglądu artykuły badały znaczenie rodzaju drutu retencyjnego, z którego wykonywano retainer stały, rodzaju materiału kompozytowego stosowanego do przyklejenia retainera stałego i próbowały znaleźć odpowiedź na pytanie, dlaczego dochodzi do niepowodzeń w postaci odklejania się, złamania retainera stałego lub niepożądanego ruchu zęba.

### 4.1.2. Kryteria kwalifikacji badań do przeglądu systematycznego

Zastosowano następujące kryteria włączenia badań do przeglądu systematycznego:

Typ badania: randomizowane badania kliniczne (RCT), badania kohortowe, badania kliniczno-kontrolne (CCS), badania retrospektywne dotyczące skuteczności stałych retainerów.

Wyniki badania: Niepowodzenie retencji stałej zdefiniowane jako odklejenie się retainera lub niepożądany ruch zęba.

Cel badania: a) porównanie skuteczności retainerów stałych wykonanych z drutu lub szyn z włókna szklanego przyklejanych w ten sam sposób i przy użyciu tego samego materiału kompozytowego

lub b) porównanie skuteczności retainerów stałych wykonanych w ten sam sposób i takiego samego drutu, przyklejonych przy użyciu różnych materiałów kompozytowych.

Obiekt badania: pacjenci w fazie retencyjnej leczenia ortodontycznego.

Zastosowano następujące kryteria wykluczenia: badania niekompletne, badania in-vitro, badania, w których zastosowano procedury pomocnicze (jak fiberotomia); brak skutecznej analizy statystycznej; prace nieodnoszące się do niepowodzeń w stosowaniu stałej retencji ortodontycznej, prace napisane w innym języku niż angielski.

#### 4.1.3. Ekstrakcja danych

Wstępnie, artykuły zostały wyselekcjonowane niezależnie przez dwóch badaczy na podstawie tytułów oraz streszczeń, zgodnie z kryteriami włączenia. Pełny tekst każdego wyselekcjonowanego artykułu został następnie przeanalizowany w celu sprawdzenia czy spełnia warunki włączenia. W przypadku wystąpienia rozbieżności w ocenie artykułu pomiędzy autorami selekcjonującymi artykuły, rozwiązywano je poprzez dyskusję z trzecim badaczem, tworząc skoroszyt w celu ich porównania zgodnie z wytycznymi Cochrane Collaboration [31]. Autorstwo, rok publikacji, rodzaj każdego zakwalifikowanego badania i jego znaczenie w odniesieniu do stosowania stałej retencji ortodontycznej zostały wyodrębnione przez jednego badacza i przeanalizowane przez drugiego badacza.

#### 4.1.4. Ocena jakości badań

Zgodnie ze stwierdzeniami PRISMA, ocena jakości metodologicznej wskazuje na siłę dowodów dostarczonych przez badanie, ponieważ wady metodologiczne mogą powodować stronniczość [39].

Ocenę jakości RCT przeprowadzono przy użyciu zrewidowanego narzędzia do oceny ryzyka błędu systematycznego w badaniach z randomizacją (RoB 2) [44]. Narzędzie to ocenia możliwość wystąpienia ryzyka stronniczości poprzez ocenę pięciu cech danego badania: sposób generowania sekwencji, sposób ukrywania przydziału, zaślepienie personelu przeprowadzającego interwencję, zaślepienie badacza analizującego wyniki i występowania niekompletnych wyników zgodnie z kryteriami Cochrane [45]. Jeśli wystąpił inny rodzaj błędu systematycznego, został on opisany bardziej szczegółowo. Istnieją trzy możliwe stopnie ryzyka dla każdej cechy: low RoB (low risk of bias - niskie ryzyko stronniczości) - oznaczający brak stronniczości lub jeśli ryzyko stronniczości występuje, ale jest raczej mało prawdopodobne, aby znacząco wpłynęło na wyniki, some concerns (pewne obawy) - oznaczające ryzyko stronniczości, które budzi pewne wątpliwości i mogłoby mieć wpływ na wyniki i wysoki RoB (wysokie ryzyko stronniczości) - stronniczość mogła znacząco zmienić wyniki [44]. Ocenę jakości badań kliniczno-kontrolnych i retrospektywnych przeprowadzono przy użyciu skali Newcastle - Ottawa dla badań kliniczno-kontrolnych [46]. Do oceny ewentualnego ryzyka błędu systematycznego w badaniach kohortowych wykorzystano skalę Newcastle-Ottawa dla badań kohortowych [47]. Ocena jakości wszystkich włączonych badań w obu arkuszach oceny Newcastle-Ottawa opiera się na doborze obiektu badań, porównywalności i zapewnieniu niezakłóconej ekspozycji na badany czynnik, a przez to - niezakłóconego zachodzenia procesów prowadzących do wyniku. Możliwy wynik oceny jakości wynosił od 0 do 9 punktów, przy czym wyższy wynik wskazywał na lepszą jakość danego badania. Za każdą ocenianą cechę przyznawano jeden punkt. Badanie mogło otrzymać 4 punkty za idealny dobór obiektów, 2 punkty za idealną porównywalność grup i 3 punkty za idealne określenie ekspozycji i jej ocenę.

#### 4.1.4. Metodyka metaanalizy

Metaanalizę przeprowadzono przy użyciu modelu losowego efektu za pomocą pakietu metafor programu R, [48] z logarytmem stosunku ryzyka (Log Risk Ratio - LRR) i 95% przedziałami ufności (95% Confidence Interval - CI) obliczonymi jako wartości szacunkowe efektów. Logarytm stosunku ryzyka jest stosunkowo niewrażliwy na różnice w ryzyku wyjściowym [49]. Heterogeniczność oceniono ilościowo za pomocą statystyki  $I^2$  i  $Q$  Cochrane [50]. Błąd systematyczny oszacowano przy pomocy wykresu lejkowego (funnel plot).

4.2. Metodyka badania ankietowego polskich ortodontów dotyczącego schematu postępowania retencyjnego i materiałów stosowanych do wykonania retainerów stałych

#### 4.2.1. Projekt kwestionariusza

Populację docelową kwestionariusza stanowiła grupa specjalistów ortodontów prowadzących leczenie ortodontyczne w Polsce. Badanie zostało przeprowadzone w języku polskim w ciągu 3 miesięcy, od lutego do kwietnia 2021 roku [51]. W pierwszym etapie zaprojektowany kwestionariusz został zweryfikowany przez grupę doświadczonych ortodontów, którzy nie uczestniczyli w ostatecznej grupie badanej. Następnie, kwestionariusz udostępniono aktywnym zawodowo ortodontom poprzez opublikowanie linku w mediach społecznościowych w grupie zamkniętej ograniczonej do specjalistów ortodontów oraz lekarzy rezydentów z zakresu ortodontcji (przyjęcie do grupy wiąże się z autoryzacją w postaci numeru prawa wykonywania zawodu lekarza). Grupa „Lekarze Ortodonci” liczyła 615 członków. Kwestionariusz ankiety, składający się z 17 pytań, został zaprojektowany przy użyciu narzędzia Google Forms (Google, Mountain View, CA, USA). Badanie zostało przeprowadzone z zachowaniem anonimowości respondentów. Narzędzie Forms zostało jednak dostosowane tak, aby wymagało wcześniejszej weryfikacji konta Google w celu uniemożliwienia wielokrotnego wypełniania ankiety lub wysyłania odpowiedzi. Post został usunięty dwa miesiące po jego publikacji.

1. Pański wiek (zaznacz tylko jedną odpowiedź)

- a) <30
- b) 30-40
- c) 40-50
- d) >50

2. Jaki rodzaj retencji stosuje Pan/i u pacjentów po zakończeniu leczenia ortodontycznego?

(zaznacz tylko jedną odpowiedź)

- a) tylko stałą
- b) tylko zdejmowaną
- c) stałą oraz zdejmowaną

3. Według mnie okres retencji po zdjęciu aparatu stałego powinien trwać: (zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi)

- a) połowę okresu leczenia aktywnego
- b) tyle samo co leczenie aktywne
- c) 2 razy dłużej niż leczenie aktywne
- d) rok
- e) 2 lata
- f) 5 lat
- g) dożywotnio
- h) inne:

4. Częstość wizyt kontrolnych z aparatem retencyjnym w mojej praktyce to: (zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi)

- a) co miesiąc
- b) co 3 miesiące
- c) co pół roku
- d) raz w roku
- e) pierwsza i druga wizyta co 3 miesiące, potem co pół roku
- f) pierwsza wizyta po miesiącu, druga po 3 miesiącach, potem co pół roku
- g) inne:

5. Jaką metodą przykleja Pan/i retainery? (zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi)

- a) pośrednio
- b) bezpośrednio

6. Jak ocenia Pan/i wyniki stosowanego leczenia retencyjnego? (zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi)

- a) Utrzymanie idealnych pozycji zębów jest trudne.
- b) Udaje mi się idealnie utrzymać wyniki fazy aktywnej leczenia u większości pacjentów.
- c) „Awaryje” aparatów retencyjnych stanowią poważny problem kliniczny.
- d) „Awaryje” aparatów retencyjnych są marginalnym problemem klinicznym.

- e) Pacjenci zwykle współpracują podczas fazy retencyjnej leczenia ortodontycznego.
- f) Pacjenci zwykle nie współpracują podczas fazy retencyjnej leczenia ortodontycznego.
- g) Inne:

7. Jaki rodzaj retencji stałej Pan/i stosuje? (zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi)

- a) włókno szklane (fiber reinforced composite)
- b) drut stalowy
- c) drut tytanowy
- d) nie stosuję retencji stałej
- e) inne:

8. Jeżeli stosuje Pan/i włókno szklane, jakiego rodzaju jest to materiał? (zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi)

- a) sznureczek
- b) taśma

9. Jeżeli stosuje Pan/i drut, to jakiego rodzaju? (zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi)

- a) stalowy pojedynczy
- b) pleciony stalowy okrągły
- c) pleciony stalowy czworokątny
- d) tytanowy
- e) złoty łańcuszek
- f) niklowo-tytanowy
- g) inne:

10. Jeżeli stosuje Pan/i drut, jakie ma on wymiary? (zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi)

- a)  $0.014 \times 0.014''$
- b)  $0.015''$
- c)  $0.016''$
- d)  $0.016'' \times 0.022''$
- e)  $0.0175''$
- f)  $0.0195''$

- g) 0.027"
- h) nie wiem
- i) inne:

11. Jakiego materiału używa Pan/i do przyklejania drutów retencyjnych? (zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi)

- a) płynnego materiału kompozytowego dedykowanego do retencji
- b) płynnego materiału kompozytowego do wypełnień
- c) materiału kompozytowego przeznaczonego do wypełnień
- d) kleju światłoutwardzalnego do zamków ortodontycznych
- e) materiału światłoutwardzalnego przeznaczonego do klejenia pośredniego
- f) materiału chemoutwardzalnego przeznaczonego do klejenia pośredniego
- g) inne:

12. Pana/i zdaniem drut retencyjny okrągły: (zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi)

- a) jest łatwy do doginania
- b) rzadko się odkleja
- c) łatwo się zakłada
- d) rzadko się deformuje
- e) skutecznie zapobiega niepożądanym przesunięciom zębów
- f) jest trudny do doginania
- g) często się odkleja
- h) trudno się zakłada
- i) często się deformuje
- j) nie zawsze skutecznie zapobiega niepożądanym przesunięciom zębów
- k) nie mam zdania - nie stosuję

13. Pana/i zdaniem drut retencyjny czworokątny: (zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi)

- a) jest łatwy do doginania
- b) rzadko się odkleja
- c) łatwo się zakłada
- d) rzadko się deformuje



- e) skutecznie zapobiega niepożądanym przesunięciom zębów
- f) jest trudny do doginania
- g) często się odkleja
- h) trudno się zakłada
- i) często się deformuje
- j) nie zawsze skutecznie zapobiega niepożądanym przesunięciom zębów
- k) nie mam zdania - nie stosuję

14. Pana/i zdaniem retencyjny złoty łańcuszek: (zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi)

- a) jest łatwy do doginania
- b) rzadko się odkleja
- c) łatwo się zakłada
- d) rzadko się deformuje
- e) skutecznie zapobiega niepożądanym przesunięciom zębów
- f) jest trudny do doginania
- g) często się odkleja
- h) trudno się zakłada
- i) często się deformuje
- j) nie zawsze skutecznie zapobiega niepożądanym przesunięciom zębów
- k) nie mam zdania - nie stosuję

15. Włókno szklane do retencji: (zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi)

- a) nie stosuję
- b) stosuję u pacjentów z chorobą przyzębia po leczeniu ortodontycznym
- c) stosuję u większości pacjentów po leczeniu ortodontycznym
- d) stosuję u wszystkich pacjentów
- e) inne:

16. Pana/i zdaniem włókno szklane: (zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi)

- a) jest estetyczne
- b) jest trwałe
- c) łatwo się zakłada

- d) rzadko się deformuje
- e) skutecznie zapobiega niepożądanym przesunięciom zębów
- f) utrudnia higienę
- g) często się odkleja
- h) trudno się zakłada
- i) często się deformuje
- j) nie zawsze skutecznie zapobiega niepożądanym przesunięciom zębów
- k) nie mam zdania - nie stosuję

17. Jakiego materiału używa Pan/i do klejenia szyn z włókna szklanego? (zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi)

- a) płynnego materiału kompozytowego dedykowanego do retencji
- b) płynnego materiału kompozytowego do wypełnień
- c) materiału kompozytowego przeznaczonego do wypełnień
- d) kleju światłoutwardzalnego do zamków ortodontycznych
- e) materiału światłoutwardzalnego przeznaczonego do klejenia pośredniego
- f) materiału chemoutwardzalnego przeznaczonego do klejenia pośredniego
- g) inne:

#### 4.2.2. Metody analizy statystycznej wyników ankiety

Odpowiedzi na poszczególne pytania podano w procentach i zestawiono tabelarycznie. Test Chi-kwadrat proporcji został użyty dla trzech rodzajów porównań:

- różnicy w proporcji ortodontów zgodnych co do charakterystyki aparatu.
- różnicy w proporcji ortodontów co do preferencji danego rozwiązania klinicznego w stosunku do innych.
- różnica w proporcji liczby pozytywnych i negatywnych cech trzech rodzajów drutów została policzona w celu określenia charakterystyki różnych rodzajów drutów w opinii respondentów. Do obliczeń wykorzystano oprogramowanie statystyczne R (The R Foundation for Statistical Computing, Wirtschaftsuniversität Wien, Wiedeń, Austria) [48]. Różnicę uznawano za istotną statystycznie przy  $p < 0,05$ .

#### 4.3. Metodyka trójwymiarowej analizy mikroprzesunięć zębów w fazie retencyjnej leczenia ortodontycznego – randomizowanego prospektywnego badania klinicznego

Protokół badania został zarejestrowany na stronie internetowej [clinicaltrials.gov](https://clinicaltrials.gov) pod numerem NCT05626335. Badanie zostało zwolnione z obowiązku uzyskania zgody komisji bioetycznej (numer decyzji KB-012/74/10/2020/Z). Wszystkie procedury były zgodne z Deklaracją Helsińską z 1975 r. i jej późniejszymi zmianami.

##### 4.3.1. Rekrutacja do grupy badanej

Grupę badaną stanowiło trzystu dorosłych pacjentów (w wieku od 18 do 41 lat), którzy ukończyli leczenie ortodontyczne aparatami stałymi cienkołukowymi w okresie od 1 stycznia 2021 r. do 9 września 2022 r. w Zakładzie Stomatologii Zintegrowanej PUM. Kryteria włączenia były następujące:

- Stan po leczeniu ortodontycznym aparatami stałymi bez ekstrakcji (z wyłączeniem trzecich zębów trzonowych),
- Pełne uzębienie (z wyłączeniem trzecich zębów trzonowych),
- Zakończony wzrost,
- Prawidłowa okluzja: klasa I wg Angle'a, prawidłowy nagryz poziomy i pionowy, idealne uszeregowanie zębów,
- Podwójna retencja, w tym stały retainer przyklejony od kła do kła w obu łukach zębowych i szyna zdejmowana formowana próżniowo.

Kryteria wykluczenia z udziału w badaniu były następujące

- Leczenie ortodontyczne aparatem stałym tylko w jednym łuku zębowym,
- Hipodoncja,
- Stan po leczeniu ortodontycznym z ekstrakcjami zębów,
- Braki zębowe (z wyłączeniem trzecich zębów trzonowych),
- Stan po zabiegach chirurgii ortognatycznej,
- Niedoskonałe wyniki leczenia z powodu zaprzestania leczenia na żądanie pacjenta lub problemów zdrowotnych,
- Wady rozwojowe twarzowej części czaszki.

##### 4.3.2. Procedury kliniczne

Spośród wszystkich pacjentów spełniających powyższe kryteria włączenia do badania, u których zdejmowano aparaty stałe jednocześnie z obu łukach zębowych, losowo wybrano i zaproszono do udziału w badaniu co trzeciego pacjenta. Od każdego uczestnika uzyskano pisemną świadomą zgodę; stu pacjentów wyraziło zgodę na udział w badaniu. Wszystkie retainery stałe zostały wykonane z czworokątnego drutu plecionego ze stali nierdzewnej (Bond-a-braid, Reliance, USA) i przyklejone przy użyciu płynnego materiału kompozytowego służącego do przyklejania retainerów stałych (GC Ortho Connect Flow, GC, Yokohama, Japonia) przez tego samego lekarza. Następnie, pobrano wyciski do retainerów zdejmowanych formowanych próżniowo (VRF) (Duran 1,0, SCHEU-DENTAL GmbH, Niemcy). Retainery zdejmowane zostały oddane pacjentom w dniu zdjęcia aparatu. Wszystkie procedury kliniczne wykonywał jeden lekarz. W celu zweryfikowania poprawności każdej z procedur, stan po zdjęciu aparatów, po założeniu retencji stałej oraz stan retainerów zdejmowanych były analizowane niezależnie przez dwóch innych doświadczonych ortodontów.

Pacjentom zalecono w okresie badania noszenie zdejmowanych retainerów przez 22 godziny na dobę, z wyjątkiem posiłków i zabiegów higieny jamy ustnej. Pacjenci zostali poinstruowani, aby natychmiast zgłaszać wszelkie „awarie”, szczególnie złamanie, utratę lub częściowe odklejenie stałego retainera lub złamanie retainera zdejmowanego. Pacjenci zostali poinstruowani, aby w przypadku „awarii” retencji natychmiast zgłosić się do poradni. Każde niepowodzenie w postępowaniu retencyjnym (zauważone przez lekarza podczas zaplanowanej wizyty kontrolnej lub zauważone przez pacjenta), w tym odklejenie, złamanie lub utrata aparatu retencyjnego, zostało naprawione i odnotowane w dokumentacji pacjenta.

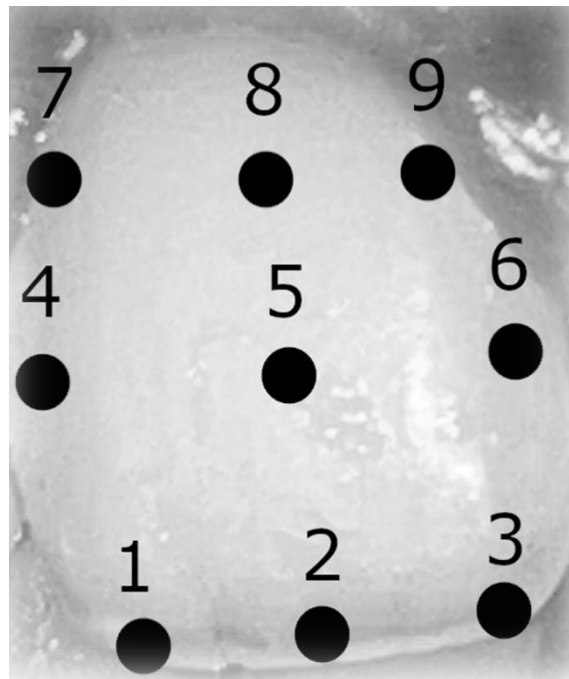
W dniu zdjęcia aparatu, bezpośrednio po przyklejeniu retainera, po dokładnym osuszeniu zębów, wykonywano skany wewnątrzustne (T0) przy użyciu skanera 3Shape Trios 4 (3Shape, Kopenhaga, Dania). Wszyscy pacjenci zostali zaproszeni do powtórzenia skanów po 1 (T1), 3 (T2) i 6 miesiącach (T3). Program Patient's Monitoring, dostępny jako część oprogramowania 3Shape Shell na skanerze, był używany podczas wizyt kontrolnych do komunikacji z pacjentem i demonstrowania, ewentualnych przemieszczeń zębów lub stabilności ich położenia. Program ten niezależnie, automatycznie segmentuje i nakłada wybrane skany, umożliwiając szybkie kliniczne monitorowanie przemieszczeń zębów.

#### 4.3.3. Analiza skanów w badaniu naukowym

W analizie naukowej, na skanach powierzchni wargowych każdego z 28 zębów każdego pacjenta zaznaczono dziewięć punktów (252 punkty u każdego pacjenta).

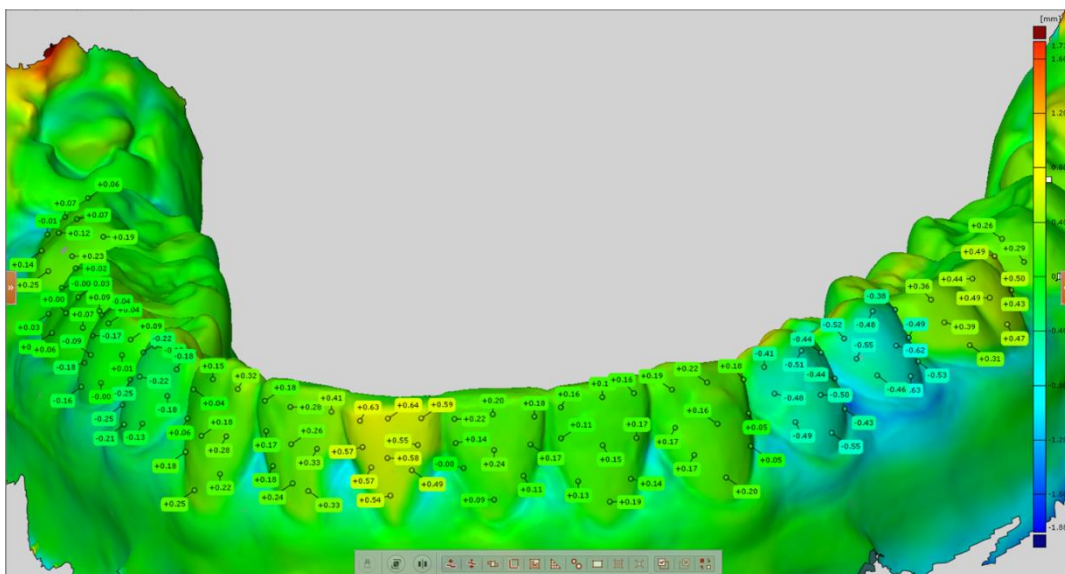
Przykład zaznaczenia punktów przedstawiono na rycinie 1.

**Rycina 1.** Punkty zlokalizowane w: brzegu siecznego (1), brzegu siecznego (2), brzegu siecznego (3), brzegu mezialnego wargowej (4), powierzchni wargowej punkcie brzegu powierzchni wargowej punkcie powierzchni przyszyjkowej (7), powierzchni wargowej w okolicy przyszyjkowej (8), dystalnym punkcie powierzchni wargowej w okolicy przyszyjkowej (9).



referencyjne mezialnej części środkowym punkcie dystalnej części środkowym punkcie powierzchni środkowym punkcie (5), środkowym dystalnego (6), mezialnym wargowej w okolicy środkowym punkcie

Następnie, automatycznie, za pomocą specjalistycznego oprogramowania (GOM Inspect, Zeiss, Niemcy) przy użyciu algorytmu najlepszego dopasowania (ryc. 2) nałożono zaznaczone punkty referencyjne na kolejne skany każdego pacjenta, zatem każdy skan był analizowany w odniesieniu do skanu referencyjnego (T0). Po nałożeniu modeli 3D możliwe było zmierzenie przemieszczeń poszczególnych punktów referencyjnych.



## **Rycina 2.** Analiza przemieszczeń punktów referencyjnych za pomocą oprogramowania GOM Inspect

Trzydzieści trzy losowo wybrane skany zostały ponownie nałożone przez innego badacza tydzień po wstępnej analizie. Obliczono współczynnik korelacji wewnątrzklasowej (Intraclass Correlation Coefficient - ICC) pozycjonowania punktów na zębach w celu oceny zgodności między przeprowadzonymi procedurami.

Analizowano, przemieszczenie każdego punktu referencyjnego pomiędzy dniem zdjęcia aparatów a kolejnymi skanami (T0-T1, T0-T2, T0-T3). Każde przemieszczenie punktu referencyjnego na zewnątrz wyjściowego łuku zębowego (T0), np. ruch policzkowy lub ekstruzję, odnotowywano jako wartość dodatnią, natomiast każde przemieszczenie punktu referencyjnego do wewnątrz wyjściowego łuku zębowego (T0), np. ruch dojęzykowy lub intruzję, odnotowywano jako wartość ujemną.

Zęby zostały pogrupowane zgodnie z ich klasyfikacją anatomiczną. Zakres ruchu każdego typu zęba obliczono jako medianę bezwzględnych wartości przemieszczenia osiemnastu punktów referencyjnych (dziewięciu na każdym zębie po prawej stronie i dziewięciu na jednoimiennym zębie po stronie lewej). Średni ruch każdego typu zęba obliczono jako bezwzględną medianę wartości przemieszczeń tych punktów. Liczba analizowanych punktów referencyjnych, zgodnie z równaniem: 9 punktów x 2 zęby (z każdej strony) x 4 skany wyniosła 132 punkty dla każdego typu zęba. Następnie dokonano porównań pomiędzy kolejnymi okresami: T0-T1, T0-T2, T0-T3.

W celu analizy i porównania ruchu zębów w różnych jego odcinkach podzielono łuk zębowy na sześć grup zębów:

1. Zęby przednie dolne (w tym siekacze przyśrodkowe dolne, siekacze boczne dolne i kły dolne)
2. Zęby przedtrzonowe dolne
3. Zęby trzonowe dolne
4. Zęby przednie górne (w tym siekacze przyśrodkowe górne, siekacze boczne górne i kły górne)
5. Zęby przedtrzonowe górne
6. Zęby trzonowe górne

Średni ruch zębów w każdej grupie obliczono jako bezwzględną medianę wartości przemieszczeń pięćdziesięciu sześciu (dla grup zębów przednich) lub trzydziestu sześciu (dla grup zębów przedtrzonowych i trzonowych) punktów referencyjnych.

#### 4.3.4. Zaślepienie

Właściwe zaślepienie podczas procedur klinicznych nie było możliwe, ponieważ wizyty kontrolne wiążą się z bezpośrednim kontaktem z pacjentem. Jednak narzędzie do nakładania skanów (Patient Monitoring, 3Shape) zapewniło obiektywną ocenę kliniczną przemieszczeń między momentem rozpoczęcia retencji ortodontycznej a kolejnymi analizami podczas wizyt kontrolnych. Ocena przemieszczeń w badaniu naukowym była całkowicie zaślepiona, ponieważ badacz nakładający punkty na siatki skanów nie brał udziału w fazie klinicznej, a dane pacjentów były anonimowe.

#### 4.3.5. Obliczanie wielkości próby badawczej

Wielkość próby obliczono w odniesieniu do różnicy w przemieszczeniu, stosując następujący wzór dla zmiennej ciągłej [52]:

$$n = \frac{2 \left( z_{1-\frac{\alpha}{2}} + z_{1-\beta} \right)^2}{d^2}$$

a symbole oznaczały kolejno:

n - liczba obiektów w każdej grupie.

$\alpha$  - prawdopodobieństwo popełnienia błędu I gatunku lub fałszywie dodatniego (odrzućenia prawdziwej hipotezy zerowej, tj. znalezienia istotnej różnicy, ponieważ nie ma różnicy).

$\beta$  - prawdopodobieństwo popełnienia błędu II gatunku lub fałszywie ujemnego (nieodrzućenia fałszywej hipotezy zerowej, tj. niezalezienia istotnej różnicy, biorąc pod uwagę, że różnica istnieje).

d - wielkość efektu Cohena.

#### 4.3.6. Analiza statystyczna randomizowanego badania klinicznego

Statystyki opisowe obliczono dla każdego zęba/punktu przemieszczenia oraz dla 6 grup zębów: zęby przednie górne (w tym siekacze przyśrodkowe górne, siekacze boczne górne i kły górne), zęby przednie dolne (w tym siekacze przyśrodkowe dolne, siekacze boczne dolne i kły dolne), zęby przedtrzonowe górne, zęby przedtrzonowe dolne, zęby trzonowe górne, zęby trzonowe dolne) w każdym z trzech punktów czasowych (T1, T2, T3). W celu oceny rozkładu

wszystkich zmiennych przeprowadzono test normalności Shapiro-Wilka. Biorąc pod uwagę istotną niezgodność zmiennych w grupach z rozkładem normalnym, w celu określenia, które pary grup różnią się między sobą i porównania przemieszczeń między okresami obserwacyjnymi, zastosowano test Kruskala-Wallisa do oceny istotności różnic międzygrupowych w medianach oraz test sumy rang Wilcoxona z poprawkami Bonferroniego dla testów wielokrotnych. Do analizy statystycznej wykorzystano pakiet oprogramowania statystycznego R, ver. 4.2.2 [37]. Wyniki uznawano za istotne statystycznie przy  $p < 0,05$ .

## 5. Wyniki

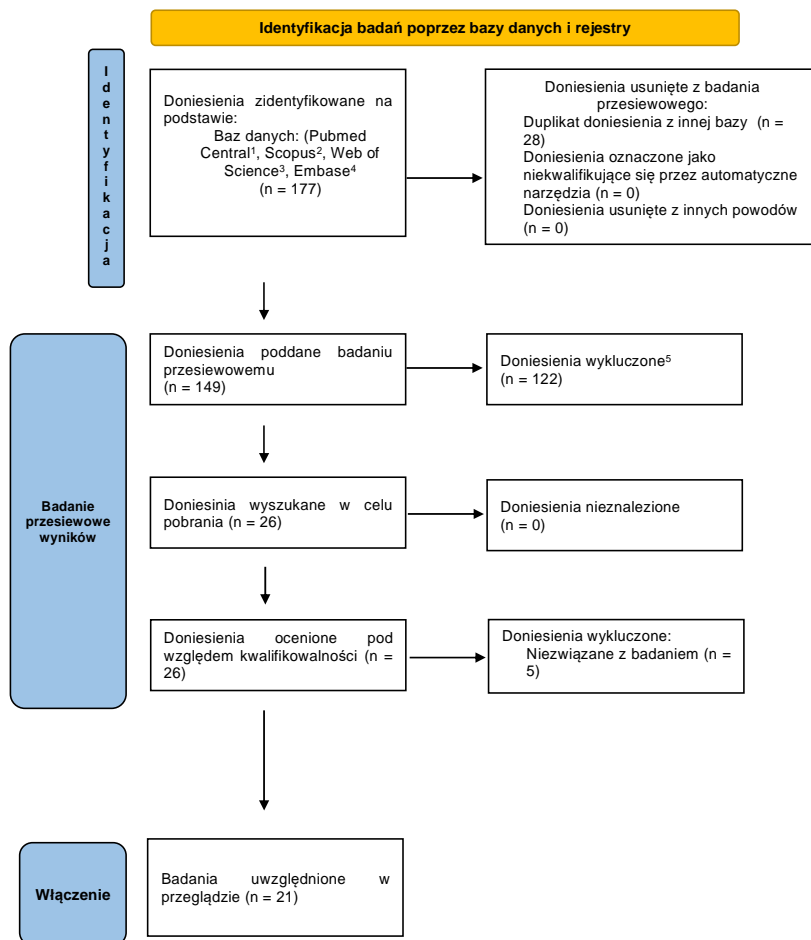
### 5.1. Wyniki przeglądu systematycznego

#### 5.1.1. Wyniki wyszukiwania

Strategia wyszukiwania zidentyfikowała 177 potencjalnych artykułów: 114 z PubMed Central, 41 ze Scopus, 20 z Web of science i 2 z Embase. Po usunięciu duplikatów przeanalizowano 149 artykułów. Następnie wykluczono 112 artykułów, które nie spełniały kryteriów włączenia. Z pozostałych 26 artykułów wykluczono 5, ponieważ nie były one związane z przedmiotem badania. Koncentrowały się one głównie na innych zjawiskach - takich jak wpływ stałej retencji na tkanki przyzębia lub nie spełniały kryteriów włączenia ze względu na rodzaj badania. Pozostałe 21 prac włączono do syntezy jakościowej. Tabela 1.



podsumowuje charakterystykę każdego z włączonych badań. Diagram Prisma 2020 Flow Diagram przedstawiający proces doboru badań przedstawiono na rycinie 3.



<sup>1</sup> - wstążka wyszukiwania: ("orthodontic retainers"[MeSH Terms] OR ("orthodontic"[All Fields] AND "retainers"[All Fields]) OR "orthodontic retainers"[All Fields]) AND failure[All Fields] AND ("bone wires"[MeSH Terms] OR ("bone"[All Fields] AND "wires"[All Fields]) OR "bone wires"[All Fields] OR "wire"[All Fields])

<sup>2</sup> - wstążka wyszukiwania: TITLE-ABS-KEY ( "orthodontic retainers" AND "failure" AND "wire" ) AND ( LIMIT-TO ( SUBJAREA , "DENT" ) )

<sup>3</sup> - wstążka wyszukiwania: ALL FIELDS: ("orthodontic retainers" AND "failure" AND "wire")

WEB OF SCIENCE CATEGORIES: ( DENTISTRY ORAL SURGERY MEDICINE )

<sup>4</sup> - wstążka wyszukiwania: ('orthodontic retainers'/exp OR 'orthodontic retainers') AND ('failure'/exp OR 'failure') AND ('wire'/exp OR 'wire') AND [embase]/lim NOT ([embase]/lim AND [medline]/lim)

<sup>5</sup> - ponieważ nie dotyczyły tematu; debaty temacyjne; badania in vitro, badania, w których zastosowano chirurgiczne wspomaganie leczenia; brak skutecznej analizy statystycznej; prace niezwiązane ze skutecznością kliniczną retencji, badania napisane w innym języku niż angielski; opisy przypadków, przeglądy.

**Rycina 3. Prisma Flow Diagram 2020**

Charakterystykę badań uwzględnionych w przeglądzie przedstawiono w Tabeli 1. Autorzy cytowanych w tabeli prac stosowali do wykonywania stałych retainerów różne materiały, w tym szyny z włókna szklanego i różne rodzaje drutów. Stosowane druty miały różny skład, najczęściej były to druty z różnego rodzaju stali, były różnego kształtu (czworokątne, okrągłe, okrągłe wielożyłowe, okrągłe wielowstęgowe), ale pojawiały się także tytanowomolibdenowe (TMA). Konstrukcja niektórych stosowanych drutów miała na celu zwiększenie ich elastyczności, stąd były to druty skręcane spiralnie lub plecione z różnej liczby cieńszych drutów. Pojawiają się także druty w postaci pojedynczej – okrągłe lub płaskie (wstęgowe). Porównano różne protokoły przyklejania retainerów stałych – pośredni i bezpośredni, trwałość retainerów klejonych z zgodnie z protokołem total-etch oraz bez zastosowania żywicy, jak również trwałość retainera stałego przyklejonego do wszystkich sześciu zębów w odcinku od kła do kła, jak również przyklejonych wyłącznie do kłów. Próbowano również powiązać cechy demograficzne pacjentów z trwałością retainerów stałych.

**Tabela 1.** Charakterystyka uwzględnionych badań

Autor i rok publikacji	Rodzaj badania	Cel badania	Liczba uczestników	Dokonane porównanie	Mierzony wynik	Wyniki
Bovali et al. 2014 [53]	RCCT	Porównanie czasu klejenia i liczby „awarii” w procedurze klejenia bezpośredniego i pośredniego	64 pacjentów (35 kobiet, 29 mężczyzn) w dwóch grupach po 32 pacjentów	Technika klejenia bezpośredniego i pośredniego przy użyciu okrągłego, plecionego drutu SS o średnicy 0,0215 cala (Penta One; Masel, Philadelphia)	Czas potrzebny do przyklejenia retainerów w żuchwie i liczba „awarii” w dowolnym momencie w ciągu 200 dni obserwacji (sprawdzono po 1., 2., 4. i 6. miesiącu).	Retainery klejone techniką pośrednią charakteryzowały się znacząco krótszym czasem pracy klinicznej ( $321 \pm 31$ sekund) niż klejone techniką bezpośrednią ( $401 \pm 40$ sekund). Test log-rank nie wykazał statystycznie istotnej różnicy między współczynnikami trwałości dla techniki pośredniej i bezpośredniej ( $P=0,35$ ). Krzywa uczenia się miała istotny wpływ zarówno na czas klejenia, jak i liczbę „awarii”.
Gunay et al. 2016 [54]	RCCT	Porównanie współczynnika awaryjności oraz zdolności do utrzymania pozycji zębów przy stosowaniu stałej retencji ortodontycznej między 2 różnymi typami drutu	120 pacjentów (83 kobiety, 37 mężczyzn) w dwóch grupach po 60 pacjentów	0,0175-calowy 6-żyłowy drut SS (Ortho Technology, Lutz, Fla) vs 0,0195-calowy drut SS typu „dead-soft” (Respond; Ormco, Orange, Kalifornia)	Częstotliwość „awarii” w okresie 12 miesięcy (co 3 miesiące) oraz współczynnika nieregularności Little’a	Wskaźniki niepowodzenia wyniosły 13,2% dla 6-żyłowego drutu ze stali nierdzewnej 0,0175 cala i 18,9% dla drutu 0,0195 cala. Wskaźnik nieregularności dla zębów żuchwy wzrastał z czasem w obu grupach.

Autor i rok publikacji	Rodzaj badania	Cel badania	Liczba uczestników	Dokonane porównanie	Mierzony wynik	Wyniki
Bolla et al. 2011 [55]	RCCT	Porównanie współczynnika awaryjności i złamań retainerów stałych pomiędzy dwoma różnymi typami drutu	85 pacjentów (56 kobiet, 29 mężczyzn) z 98 retainerami (32 w szczęcie, 66 w żuchwie)	Włókno szklane Vs. 0,0175" wielożyłowy okrągły drut SS	Częstotliwość odklejeń oraz złamań drutu w okresie 6 lat (wizyty kontrolne co 3 miesiące w pierwszym roku, co 6 miesięcy - w kolejnych latach)	<p>Współczynniki awaryjności były porównywalne pomiędzy grupami pod względem częstotliwości odklejeń i pęknięć drutu. Ogólny wskaźnik awaryjności jest jednak dość wysoki. Odklejenie w szczęcie dotyczyło 3 spośród 14 retainerów z włókna szklanego (21,42%) i 4 spośród 18 retainerów z drutu stalowego (22,22%); w żuchwie odklejenie odnotowano w 4 z 34 retainerów z włókna szklanego (11,76%) i w 5 z 32 retainerów z drutu stalowego (15,62%).</p> <p>Złamania drutu w szczęcie zaobserwowano tylko w 1 z 14 retainerów z włókna szklanego (7,14%) i w 3 z 14 retainerów z drutu stalowego (16,66%); w żuchwie w 3 z 34 retainerów z włókna szklanego (8,82%) i w 5 z 32 retainerów z drutu stalowego (15,62%). Zatem, nie było różnic między grupami co do częstotliwości odklejenia, a samo odklejenie jest statystycznie częstszą przyczyną niepowodzenia.</p>

Autor i rok publikacji	Rodzaj badania	Cel badania	Liczba uczestników	Dokonane porównanie	Mierzony wynik	Wyniki
Årtun et al. 1997 [56]	RCCT	Porównanie współczynnika awaryjności i skuteczności utrzymania pozycji zębów w przednim odcinku łuku zębowego górnego przez różne rodzaje stałych retainerów ortodontycznych.	49 pacjentów w nieregularnych grupach	Gruby prosty drut przyklejony tylko do kłów Vs Gruby drut spiralny przyklejony tylko do kłów Vs Cienki drut spiralny przyklejony do siekaczy i kłów Vs Retainer zdejmowany	Współczynnik awaryjności, wskaźnik dziąsłowy (Gingival Index), wskaźnik kamienia nazębnego, wskaźnik płytki nazębnej w okresie 3 lat	Łącznie 8 z 35 (22,9%) stałych retainerów uległo awarii, jeden w pierwszym roku, jeden w drugim roku i sześć w trzecim roku. Niepowodzenia wystąpiły w przypadku 4 z 13 retainerów wykonanych z grubego drutu spiralnego połączonego tylko z kłami (30,8%), 1 z 11 wykonanych z grubego prostego drutu połączonego tylko z kłami i 3 z 11 z cienkiego, drutu spiralnego połączonego z każdym zębem (27,3%). Dwa z 14 retainerów zdejmowanych (14,3%) zostały zagubione przez pacjentów. Płytkę nazębną obserwowano częściej przydziąsłowo względem drutu. Nie stwierdzono znaczących różnic w akumulacji płytki nazębnej i kamienia nazębnego między drutami. Najmniejsze różnice we wskaźniku nieregularności zaobserwowano u pacjentów z cienkim drutem spiralnym przyklejonym do wszystkich zębów, a największe u pacjentów z grubym prostym drutem przyklejonym tylko do kłów oraz u pacjentów ze zdejmowanymi retainerami.

Autor i rok publikacji	Rodzaj badania	Cel badania	Liczba uczestników	Dokonane porównanie	Mierzony wynik	Wyniki
Nagani et al. 2020 [57]	RCT	Porównanie współczynnika awaryjności i ocena wzorca awarii dwóch typów retainerów stałych klejonych w żuchwie od kła do kła.	52 pacjentów (8 kobiet, 44 mężczyzn), w dwóch grupach po 26 pacjentów.	Włókno szklane (INOD, Fiber Splint, 2 mm)  Vs.  Plecione retainery z drutu ze stali nierdzewnej (All Star Orthodontics, 0,0175 cala).	Współczynnik awaryjności w ciągu 12 miesięcy (sprawdzany co miesiąc)	Współczynnik awaryjności wyniósł 42,94% dla włókna szklanego i 31,41% dla plecionego drutu stalowego. Całkowita liczba „awarii” w obu grupach wyniosła 37,17% (i była istotna statystycznie). Uszkodzenie połączenia zęb-kompozyt (brak materiału na powierzchni szkliva) jest najczęstszym rodzajem „awarii” obserwowanym w obu grupach stałych retainerów (23% wszystkich uszkodzeń). Zgodnie z ich wynikami, pleciony drut stalowy jest lepszym rozwiązaniem niż włókno szklane.
Bazargani et al. 2012 [58]	RCT	Ocena wpływu żywicy na awaryjność stałych retainerów oraz ocena występowania kamienia nazębnego i przebarwień w sąsiedztwie stałych retainerów ortodontycznych.	52 pacjentów (26 kobiet, 26 mężczyzn) podzielonych na 2 równe grupy	0,0195-calowy wielożyłowy drut okrągły Penta-one (Masel Orthodontics, Bristol, Penn) wraz z żywicą Optibond FL i kompozytu Tetric Evo flow  Vs.  Wyłącznie drut i kompozyt płynny Tetric Evo (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lichtenschein)	Współczynnik awaryjności, akumulacja kamienia nazębnego i ewentualne przebarwienia spowodowane obecnością retainerów w ciągu 2 lat (sprawdzane co miesiąc)	W grupie, gdzie użyto żywicy w ciągu 2 lat awaria wystąpiła tylko raz u jednego pacjenta (4%), na styku połączenia kompozyt-drut. W grupie, gdzie nie użyto żywicy awaria retainera wystąpiła raz u siedmiu różnych pacjentów (27%), każdorazowo w obrębie połączenia szklivo-kompozyt. Częstość występowania kamienia nazębnego (od 4% do 31%) i przebarwień w sąsiedztwie wysp kompozytowych (od 0% do 69%) była istotnie wyższa w grupie, gdzie nie użyto żywicy.

Autor i rok publikacji	Rodzaj badania	Cel badania	Liczba uczestników	Dokonane porównanie	Mierzony wynik	Wyniki
Salehi et al. 2013 [59]	RCT	Porównanie współczynnika awaryjności i trwałości dwóch typów stałych retainerów	142 pacjentów (83 kobiet, 59 mężczyzn) podzielonych na nierówne grupy (68 FRC, 74 SS)	Włókno szklane (Ribbond, Seattle, WA, USA) vs 0,0175" wielożyłowy okrągły drut SS (Respond, Ormco, Glendora, CA, USA).	Współczynnik trwałości oraz rodzaj „awarii” w okresie 18 miesięcy (sprawdzone co miesiąc)	Nie było statystycznie istotnej różnicy między dwoma typami retainerów w szczęce i żuchwie pod względem współczynnika trwałości. Odklejenie się od jednego zęba było najczęstszym uszkodzeniem obu typów retainerów. Spośród wszystkich retainerów w obu grupach, tylko w jednym przypadku retainer okrągły został całkowicie oderwany (w szczęce). Najczęstszym rodzajem awarii w grupie spiralnego drutu stalowego było odklejenie się retainera, zarówno w szczęce (22 z 27 (81,48%)), jak i w żuchwie (27 z 28 (96,42%)). W grupie z włóknem szklanym najczęstszym rodzajem niepowodzenia było złamanie retainera w szczęce (30 z 34 (88,23%)) i odklejenie się retainera w żuchwie (19 z 29 (65,51%)). Badanie to wykazało, że średnia trwałość i wskaźniki złamanych lub oderwanych retainerów są porównywalne. Włókno szklane były bardziej podatne na złamania, podczas gdy druty spiralne częściej ulegały odklejeniu.



Autor i rok publikacji	Rodzaj badania	Cel badania	Liczba uczestników	Dokonane porównanie	Mierzony wynik	Wyniki
Arash et al. 2020 [60]	RCT	Porównanie współczynnika awaryjności dwóch typów stałych retainerów	260 pacjentów (161 kobiet, 99 mężczyzn) podzielonych na nierówne grupy (138 z retainerem stalowym, 122 z retainerem tytanowym)	0,0175” wielożyłowy okrągły drut SS (G&H Orthodontics, USA) Vs. Wstęgowy drut tytanowy (Retainium, Reliance orthodontics, USA)	Współczynnik awarii i czas, w którym doszło do wystąpienia awarii w ciągu 2 lat obserwacji (sprawdzone co miesiąc)	Awaryje w postaci odklejeń we wszystkich grupach występowały między zębem a kompozytem; 25 w grupie retainerów plecionych (18,1%) i 10 w grupie retainerów wstęgowych (8,9%), co wskazuje na tytanowy retainer wstęgowy jako bardziej niezawodny. Średni czas utrzymywania się retencji wynosił około 23,5 miesiąca zarówno dla drutu plecionego, jak i drutu wstęgowego, co pokazuje, że niepowodzenie retencji nie było częstym zjawiskiem.
Scribante et al. 2011 [61]	RCT	Porównanie współczynnika awaryjności dwóch typów stałych retainerów ortodontycznych w żuchwie	34 pacjentów (9 kobiet, 25 mężczyzn)	Pleciony drut SS (Ortosmail Krugg, Mediolan, Włochy) Vs. Włókno szklane (InFibra TPİItalia, Gorle, Włochy)	Współczynnik trwałości, zadowolenie pacjentów mierzone skalą VAS w ciągu 12 miesięcy (na wizytach w 30., 60., 120., 180., 360. dniu po zakończeniu aktywnej fazy leczenia)	Odsetek odklejeń wynosił 22,54% dla retainerów z drutu SS i 14,45% dla FRC. Pacjenci z retainerem stalowym wyrazili średnią wartość zadowolenia 8,24, podczas gdy pacjenci z włóknem szklanym - 9,73. Odsetek „awarii” nie różnił się statystycznie między dwoma typami retainerów, jednak włókno szklane było przez pacjentów uważane za bardziej estetyczne.

Autor i rok publikacji	Rodzaj badania	Cel badania	Liczba uczestników	Dokonane porównanie	Mierzony wynik	Wyniki
Rose et al. 2002 [62]	RCT	Porównanie trwałości retencji stałej wykonanej z plecionego drutu stalowego i włókna szklanego	20 pacjentów (8 kobiet, 12 mężczyzn)	Szyna z włókna szklanego (Ribbond Inc, Seattle, WA, USA) vs 0,0175" wielożyłowy okrągły drut SS (Respond, Ormco, USA)	Współczynnik trwałości, rozkład awarii w czasie w okresie 24 miesięcy (sprawdzone co miesiąc)	Mediana trwałości retainerów Ribbond wyniosła 15,8 miesiąca (SD = 3,6 miesiąca). Po 24 miesiącach 50% retainerów pozostawało na miejscu. Najczęstszym niepowodzeniem było odklejenie się wyspy kompozytowej od zęba. Współczynnik trwałości retainera był wyższy w grupie retainerów stalowych - mediana trwałości wyniosła 23,9 miesiąca. Spośród tych 10 retainerów tylko jeden częściowo odkleił się w okresie badania; pozostałe nadal były na miejscu po 24 miesiącach.

Autor i rok publikacji	Rodzaj badania	Cel badania	Liczba uczestników	Dokonane porównanie	Mierzony wynik	Wyniki
Gelin et al. 2020 [63]	RCT	Porównanie skuteczności spersonalizowanych nitinolowych aparatów retencyjnych CAD/CAM ze standardowymi stałymi aparatami retencyjnymi ze stali nierdzewnej	61 pacjentów (43 kobiet, 18 mężczyzn)  Grupy zostały zaprojektowane jako równe - jeden pacjent przestał współpracować w trakcie badania	Czworokątny retainer nitinolowy 0,014 × 0,014 z pamięcią kształtu zaprojektowany w CAD/CAM (Memotain™ ; CA Digital GmbH, Mettmann, Niemcy)  vs  Okrągły, 6-żyłowy, skręcony drut SS 0,0175' (Supra-Flex™; RMO Europe, Illkirch-Graffenstaden, Francja)	Współczynnik awaryjności, zmiany szerokości międzykłowej i międzyprzedtrzonowcowej, długości przedniej i całkowitej łuku zębowego, Gingival index, Plaque Index i inne pomiary periodontologicznych w okresie 12 miesięcy, sprawdzane co miesiąc. Badano satysfakcję pacjentów przy pomocy skali VAS. Wskaźnik Little'a mierzony na początku, po 6 i 12 miesiącach oraz kąt IMPA mierzony na początku i na końcu leczenia.	Pomiędzy grupami nie stwierdzono istotnych różnic co do liczby odklejeń i rodzaju odklejenia (zęb-kompozyt lub drut-kompozyt) w trakcie badania. Poziom zadowolenia z efektu końcowego był taki sam w obu grupach, podobnie jak poziom komfortu dla języka. Zmiany wartości indeksu Little'a nie różniły się istotnie pomiędzy obiema grupami. Pomiary parametrów stabilności uzębienia w grupie kontrolnej i badanej również nie wykazały istotnych różnic. Ogólne parametry przyzębia pozostały niezmiennie względem wartości wyjściowej do końca badania w obu grupach, z wyjątkiem Gingival Index, który był wyższy w grupie z retainerami z nitinolu. Wskaźnik Little'a i kąty IMPA między siekaczami pozostały stabilne w obu grupach.

Autor i rok publikacji	Rodzaj badania	Cel badania	Liczba uczestników	Dokonane porównanie	Mierzony wynik	Wyniki
Kartal et al. 2020 [64]	RCT	Porównanie skuteczności spersonalizowanych nitinolowych aparatów retencyjnych CAD/CAM ze standardowymi retainerami pięciowstęgowymi SS	52 pacjentów (32 kobiety, 20 mężczyzn) podzielonych na 2 grupy po 26 pacjentów	Czworokątny retainer nitinolowy 0,014 × 0,014 z pamięcią kształtu zaprojektowany w CAD/CAM (Memotain™ ; CA Digital GmbH, Mettmann, Niemcy) vs 0,0215” pięciowstęgowe retainery SS (GC Orthodontics Inc., Alsip, IL, USA)	Współczynnik awaryjności, współczynnik trwałości, wskaźnik płytki nazębnej, wskaźnik dziąsłowy, BoP, głębokość kieszonek, występowanie recesji w okresie 6 miesięcy (sprawdzone co miesiąc)	Nie zaobserwowano istotnej różnicy między grupami pod względem wskaźnika płytki nazębnej, wskaźnika dziąsłowego, recesji, przekrwienia dziąseł czy głębokości kieszonek podczas wizyt kontrolnych w równoległym odcinku czasowym. Z drugiej strony, w obu grupach zaobserwowano istotne różnice w zakresie wskaźnika płytki nazębnej i głębokości kieszonek uzyskanych podczas różnych wizyt w ciągu 6-miesięcznego okresu obserwacji. Nie zaobserwowano różnicy między grupami pod względem współczynnika awaryjności podczas całego badania. Wszystkie niepowodzenia wystąpiły z powodu odklejenia się kompozytu od szkliwa, a żaden z drut nie został całkowicie odklejony, zdeformowany lub złamany. Wskaźniki trwałości retainerów wyniosły 77% dla grupy z retainerami Memotain i 73% z retainerami standardowymi stalowymi okrągłymi.

Autor i rok publikacji	Rodzaj badania	Cel badania	Liczba uczestników	Dokonane porównanie	Mierzony wynik	Wyniki
Scribante et al. 2020 [65]	RCT	Porównanie współczynnika awaryjności drutu SS przyklejonego do zębów przy pomocy różnych materiałów kompozytowych	100 pacjentów podzielonych na dwie równe grupy	Zastosowanie kompozytu płynnego Transbond XT (3M, St. Paul, MN, USA) vs Zastosowanie płynnego kompozytu z nanowypełniaczem Filtek Supreme XTE (3 M, St. Paul, MN, USA),	Współczynnik awaryjności i współczynnik trwałości w ciągu 24 miesięcy (sprawdzone co miesiąc)	Zarówno w przypadku górnego, jak i dolnego łuku zębowego, wyższy odsetek niepowodzenia stwierdzono w przypadku retainerów mocowanych za pomocą płynnego kompozytu z nanowypełniaczem. W przypadku zębów dolnych odnotowano wyższy wskaźnik awaryjności niż w przypadku zębów górnych (13,33% vs. 10,67%). Oderwanie nie było specyficzne dla lokalizacji (na żadnym z zębów retainer nie odklejał się istotnie części).
Sfondrini et al. 2014 [66]	RCT	Porównanie współczynnika awaryjności retainera z włókna szklanego z wielożyłowym drutem ze stali nierdzewnej	87 pacjentów (52 kobiet, 35 mężczyzn) 47 wielożyłowych drutów okrągłych i 40 z włókna szklanego	Włókno szklane (Everstick Ortho, Stick Tech Ltd, Turku, Finlandia) Vs Wielożyłowy drut okrągły 0,0175" (Ortosmail, Krugg spa, Mediolan, Włochy)	Współczynnik awaryjności i współczynnik trwałości w ciągu 12 miesięcy (sprawdzone co miesiąc)	17,73% (liczba zębów: 47) dla elastycznych drutów spiralnych i 11,25% (liczba zębów = 27) dla włókna szklanego. Nie stwierdzono istotnych różnic między grupami.

Autor i rok publikacji	Rodzaj badania	Cel badania	Liczba uczestników	Dokonane porównanie	Mierzony wynik	Wyniki
Sobouti et al. 2016 [67]	RCT	Porównanie skuteczności stałego retainera ze skręconego drutu ligaturowego z retainerami z wielożyłowego drutu okrągłego i włókna szklanego	128 pacjentów (68 kobiet, 60 mężczyzn) w nierównych grupach z powodu wykluczenia z badania na podstawie kryteriów wykluczenia	wielożyłowy drut okrągły 0,0175" (Ortosmail, Krugg spa, Mediolan, Włochy) Vs Włókno szklane (Everstick Ortho, Stick Tech ltd, Turku, Finlandia) Vs Ręcznie wykonany retainer z dwóch skręconych miękkich drutów o średnicy 0,009 cala [6 zwojów na 10 mm] (3M Unitek, Monrovia, CA, USA).	Współczynnik awaryjności, współczynnik trwałości w ciągu 24 miesięcy	Średni czas trwałości retainera wynosił około 21 miesięcy. Współczynnik trwałości włókna szklanego był istotnie wyższy niż współczynnik retainera plecionego ręcznie. Współczynnik ryzyka odklejenia się retainera był dwukrotnie mniejszy w przypadku zastosowania drutu plecionego ręcznie.
Lee i Mills 2009 [68]	Badanie kliniczno-kontrolne	Porównanie współczynnika awaryjności stałych retainersów z 2 rodzajów drutu (standardowego stalowego i czarnego	300 pacjentów 153 z retainerem stalowym (9-60 lat; 65%	.0175" wielożyłowy drut okrągły Vs. .016" czarny drut australijski SS z pętlami V.	Współczynnik awaryjności w czasie 6-miesięcznego okresu obserwacji (sprawdzany co miesiąc)	Współczynnik awaryjności wynosiły 14,3% dla konstrukcji pętlowej i 12,4% dla standardowego drutu stalowego (różnice nieistotne statystycznie). Nie zaobserwowano złamania drutu w wyniku deformacji.

Autor i rok publikacji	Rodzaj badania	Cel badania	Liczba uczestników	Dokonane porównanie	Mierzony wynik	Wyniki
		australijskiego drutu stalowego z pętlami V)	kobiet, 35% mężczyzn)  147 z retainerem z pętlami (9-58 lat; 68% kobiet, 32% mężczyzn)			

Autor i rok publikacji	Rodzaj badania	Cel badania	Liczba uczestników	Dokonane porównanie	Mierzony wynik	Wyniki
<b>Taner i Aksu 2012 [69]</b>	Badanie kliniczno-kontrolne	Porównanie współczynnika awaryjności, plecionych czworokątnych retainerów stałych klejonych bezpośrednio i pośrednio oraz rozkład awaryjności w czasie	66 pacjentów (52 kobiety, 14 mężczyzn) podzielonych na nierówne grupy	Ośmiożyłowy, drut typu dead-soft SS (Bond-a-Braid, 0,016" × 0,022"; Reliance Orthodontic Products, Itasca, Illinois, USA) przyklejony bezpośrednio vs. przyklejony pośrednio	Współczynnik trwałości, rozkład awarii w czasie w okresie 2 lat (sprawdzone co 6 miesięcy)	W całym okresie obserwacji u 25 spośród 66 pacjentów doszło do jakiejś formy „awarii”. Wskaźnik awaryjności wyniósł 46,9% w przypadku retainerów klejonych metodą bezpośrednią i 29,4% klejonych metodą pośrednią. Najwyższy wskaźnik awaryjności zaobserwowano w pierwszym miesiącu, łącznie 24 awarie wystąpiły u 13 pacjentów. Najwyższy wskaźnik wyniósł 33,3% dla siekacza przyśrodkowego dolnego prawego. Najniższy wskaźnik awaryjności zaobserwowano w piątym miesiącu, w sumie trzy „awarie” u dwóch pacjentów. Spośród 25 pacjentów, u których wystąpiły niepowodzenia, u 7 wystąpiły powtarzające się odklejenia. Metoda przyklejania nie wpływała na trwałość retainerów.
<b>Renkema et al. 2011 [70]</b>	Retrospektywne badanie kohortowe	Ocena długoterminowej skuteczności giętkich retainerów okrągłych (przekrój 0.0195 cala, trójżyłowy, giętki drut po obróbce termicznej,	221 pacjentów (75 kobiet, 146 mężczyzn)	Pozycja zęba przed rozpoczęciem leczenia (T0) vs pozycja zęba po zakończeniu fazy aktywnej leczenia (T1) vs 2 lata po zakończeniu fazy aktywnej leczenia (T2) Vs. 5 po	Indeks Little'a w okresie 5 lat (sprawdzany co roku)	W T2 wskaźnik nieregularności był stabilny u 93,7% pacjentów; w T5 był stabilny u 90,5%. Po przeanalizowaniu ustawienia zębów wg Little'a, w T0 ustawienie zębów przednich żuchwy było bardzo dobre u 97,7% pacjentów; w T2 i T5 odsetki te wynosiły odpowiednio 95,0% i 93,7%. 32,2% pacjentów doświadczyło awarii retainera. Tylko u 1



Autor i rok publikacji	Rodzaj badania	Cel badania	Liczba uczestników	Dokonane porównanie	Mierzony wynik	Wyniki
		Wildcat, GAC International, Bohemia, NY) od kła do kła w utrzymaniu ustawienia zębów przednich żuchwy po leczeniu ortodontycznym		zakończeniu fazy aktywnej leczenia (T5)		pacjenta retainer uległ złamaniu. Wskaźnik awaryjności klejenia retainera (tj. ilość odklejeń w ciągu roku) był wyższy w ciągu pierwszych 2 lat po leczeniu (32,0% od T0 do T2 i 17,6% od T0 do T5).
<b>Farronato et al. 2014 [71]</b>	Retrospektywne badanie kohortowe	Ocena długoterminowej skuteczności retencji stałej przy użyciu retainersów z włókna szklanego	119 pacjentów, 15 z retainersami w obu łukach (134 retainery)	Wpływ płci, wieku pacjenta i umiejscowienia retainera na trwałość retainera.	Współczynnik trwałości w ciągu ok. 39,9 miesiąca (mediana 40,7 miesiąca, SD 13,3 miesiąca) (sprawdzany co 6 miesięcy)	Łącznie złamanie drutu lub odklejenie się odnotowano w 25 retainersach FRC (18,7%). Częstość występowania awarii była niższa w przypadku retainersów w żuchwie niż w szczęce. Badacze nie znaleźli korelacji między żadną z charakterystyk demograficznych a wskaźnikiem trwałości retencji. Niestety, w artykule brakuje tabeli podsumowującej charakterystyki demograficzne i ich możliwy wpływ.

Autor i rok publikacji	Rodzaj badania	Cel badania	Liczba uczestników	Dokonane porównanie	Mierzony wynik	Wyniki
Kocher et al. 2019 [72]	Retrospektywne badanie kohortowe	Porównanie współczynnika awaryjności dwóch typów stałych retainerów ortodontycznych	88 pacjentów	0.016" × 0.022" pleciony stalowy (ORMCO, Brea, CA, USA) przyklejony do wszystkich sześciu przednich zębów w żuchwie i czterech siekaczy w szczęce  Vs.  .027" okrągły drut TMA (ORMCO, Brea, CA, USA) przyklejony tylko do klów w obu łukach	Współczynnik awarii i rodzaj awarii w ciągu 10 do 15 lat po zakończeniu aktywnej fazy leczenia ortodontycznego	Oryginalny retainer był nadal na miejscu 10-15 lat po zakończeniu fazy aktywnej leczenia u 87 pacjentów (98,9%) w żuchwie i u 80 pacjentów (97,6%) w szczęce. Nie zaobserwowano żadnego rodzaju awarii w żuchwie u 19 (40,4%) pacjentów z retainernami stalowymi 0.016" × 0.022" i 25 (61%) z okrągłymi retainernami TMA 0.027". Jedynym istotnym czynnikiem prognostycznym trwałości był rodzaj retainera (wyższy w grupie retainersów stalowych). W obu łukach najczęstszym pierwszym uszkodzeniem było uszkodzenie wyspy kompozytowej (żuchwa 22,7%; szczęka 13,4%), a następnie odklejenie się retainera (żuchwa 19,3%; szczęka 7,3%). Sześć razy (6,8%) stwierdzono całkowite odklejenie się retainera z koniecznością wymiany, wszystkie przypadki zaobserwowano w żuchwie. Żaden retainer nie uległ złamaniu.

### 5.1.2. Ryzyko stronniczości

Ze względu na fakt, że do przeglądu zakwalifikowano trzy rodzaje badań, zastosowano trzy różne skale z podręcznika Cochrane Collaboration Handbook. Ocena RCT przedstawiono w tabeli 2. w formie jakościowej [44], natomiast ocenę włączonych badań kliniczno-kontrolnych i badań kohortowych w formie ilościowej - kolejno w tabelach 3 i 4 [45,46].

**Tabela 2.** Ocena poziomu ryzyka stronniczości włączonych badań zgodnie z Cochrane Risk of Bias Tool for Randomized Controlled Trial

Kryteria/Autor	Bovali et al. 2014 [53]	Gunay et al. 2016 [54]	Bolla et al. 2011 [55]	Årtun et al. 1997 [56]	Nagani et al. 2020 [57]	Bazargani et al. 2012 [58]
Generowanie losowych sekwencji	NISKI	PEWNE OBAWY	PEWNE OBAWY	WYSOKI	NISKI	NISKI
Ukrywanie przydziału	NISKI	NISKI	WYSOKI	NISKI	NISKI	PEWNE OBAWY
Zaślepienie uczestników i personelu	WYSOKI	WYSOKI	WYSOKI	WYSOKI	WYSOKI	WYSOKI
Zaślepienie oceny wyników	NISKI	WYSOKI	WYSOKI	WYSOKI	WYSOKI	NISKI
Niekompletne dane dotyczące wyników	NISKI	NISKI	NISKI	NISKI	NISKI	NISKI
Selektywne raportowanie	NISKI	PEWNE OBAWY	NISKI	WYSOKI	NISKI	NISKI
Inne ryzyko stronniczości	Klejenie pośrednie przeprowadzono materiałem utwardzanym chemicznie, a bezpośrednio utwardzanym światłem, co może wpływać zarówno na	Pacjenci leczeni z ekstrakcjami mieli założone dłuższe retainery.	Nierówna liczba uczestników w grupach badanych. Zastosowano różne materiały wiążące.	Procedury kliniczne były wykonywane przez różnych lekarzy. Grupa badana częściowo pochodziła z wcześniejszego badania.	W przypadku zauważenia odklejenia się retainera pomiędzy wizytami, pacjent natychmiast zgłaszał się w	BRAK

Kryteria/Autor	Bovali et al. 2014 [53]	Gunay et al. 2016 [54]	Bolla et al. 2011 [55]	Artun et al. 1997 [56]	Nagani et al. 2020 [57]	Bazargani et al. 2012 [58]
	czas pracy, jak i na współczynnik trwałości.				celu naprawy, a „awarię” odnotowywano podczas następnego wizyty.	
Ocena ogólnego ryzyka stronniczości	NISKI	PEWNE OBAWY	WYSOKI	WYSOKI	PEWNE OBAWY	NISKI

Kryteria/Autor	Salehi et al. 2013 [59]	Arash et al. 2020 [60]	Scribante et al. 2011 [61]	Rose et al. 2002 [62]	Gelin et al. 2020 [63]	Kartal et al. 2020 [64]
Generowanie losowych sekwencji	NISKI	WYSOKI	PEWNE OBAWY	PEWNE OBAWY	NISKI	NISKI
Ukrywanie przydziału	NISKI	PEWNE OBAWY	PEWNE OBAWY	PEWNE OBAWY	NISKI	NISKI
Zaślepienie uczestników i personelu	WYSOKI	WYSOKI	WYSOKI	WYSOKI	WYSOKI	WYSOKI
Zaślepienie oceny wyników	PEWNE OBAWY	PEWNE OBAWY	WYSOKI	PEWNE OBAWY	PEWNE OBAWY	WYSOKI
Niekompletne dane dotyczące wyników	NISKI	PEWNE OBAWY	NISKI	NISKI	NISKI	NISKI
Selektywne raportowanie	NISKI	PEWNE OBAWY	PEWNE OBAWY	PEWNE OBAWY	NISKI	NISKI

Inne ryzyko stronniczości	Badaniem objęto pacjentów w okresie wzrostu.	Badaniem objęto pacjentów w okresie wzrostu. Analizę regresji przeprowadzono dla wyników nieistotnych statystycznie.	Brak obliczeń wielkości próby.	Badanie obejmowało pacjentów w okresie wzrostu. Nie podano danych dotyczących rezygnacji.	BRAK	Wiek pacjenta nie został podany.
Ocena ogólnego ryzyka stronniczości	PEWNE OBAWY	WYSOKI	WYSOKI	WYSOKI	NISKI	PEWNE OBAWY

Kryteria/Autor	Scribante et al. 2020 [65]	Sfondrini et al. 2014 [66]	Sobouti et al. 2016 [67]
Generowanie losowych sekwencji	PEWNE OBAWY	NISKI	NISKI
Ukrywanie przydziału	NISKI	NISKI	NISKI
Zaślepienie uczestników i personelu	WYSOKI	WYSOKI	WYSOKI
Zaślepienie oceny wyników	NISKI	PEWNE OBAWY	PEWNE OBAWY
Niekompletne dane dotyczące wyników	NISKI	NISKI	NISKI
Selektywne raportowanie	NISKI	NISKI	NISKI

Kryteria/Autor	Scribante et al. 2020 [65]	Sfondrini et al. 2014 [66]	Sobouti et al. 2016 [67]
Inne ryzyko stronniczości	BRAK	BRAK	Badaniem objęto pacjentów w okresie wzrostu.
Ocena ogólnego ryzyka stronniczości	NISKI	NISKI	PEWNE OBAWY

**Tabela 3.** Formularz oceny jakości badań kliniczno-kontrolnych Newcastle-Ottawa

---

Badanie		Lee i Mills 2009 [68]	Taner i Aksu 2012 [69]
Wybór	Czy definicja obiektu badania klinicznego jest odpowiednia?	1	1
	Reprezentatywność obiektu badania klinicznego	0 - nie opisano prawidłowo	0 - nie opisano prawidłowo
	Dobór obiektów kontrolnych	1	1
	Definicja kontroli	1	1
Porównywalność	Porównywalność grupy badawczej i kontrolnej przy projektowaniu i analizie	1	2
		Procedury przyklejania retainerów i postępowania kontrolnego zostały ustandaryzowane. Jednak w niektórych przypadkach, które nie zostały ściśle określone, procedura została zmodyfikowana. Liczba zębów, do których przyklejano retainer różniła się w indywidualnych przypadkach.	Procedury przyklejania retainerów i postępowania kontrolnego zostały ustandaryzowane. W obu grupach zastosowano ten sam drut, klej i lampę do utwardzania. Pacjenci zostali losowo przydzieleni do grup.
Wynik	Ustalenie ekspozycji	1	1
	Ta sama metoda ustalania wyniku dla	1	1

	grupy badawczej i kontrolnej		
	Wskaźnik braku odpowiedzi na ekspozycję	1	1
<b>Łącznie</b>		7	8

**Tabela 4.** Formularz oceny jakości Newcastle-Ottawa dla badań kohortowych

---



<b>Badanie</b>		<b>Renkema et al. 2011 [70]</b>	<b>Farronato et al. 2014 [71]</b>	<b>Kocher et al. 2019 [72]</b>
<b>Wybór</b>	Reprezentatywność narażonej kohorty	1	0 - nieprawidłowo opisany	1
	Wybór kohorty nienarażonej	0	0	1
	Ustalenie ekspozycji	1	1	1
	Wykazanie, że wynik będący przedmiotem zainteresowania nie występował na początku badania	1	1	1
<b>Porównywalność</b>	Porównywalność kohort na podstawie projektu lub analizy kontrolowanej pod kątem czynników zakłócających.	0	0	2
		Istniała tylko jedna kohorta, która była oceniana w odniesieniu do różnych czynników.	Istniała tylko jedna kohorta, która była oceniana w odniesieniu do różnych czynników.	Gromadzenie danych i ocena kliniczna były takie same.
<b>Wynik</b>	Ocena wyników	1	1	1
	Czy obserwacja była wystarczająco długa, aby uzyskać wyniki?	1	1	1

	Adekwatność obserwacji kohort	1	1	1
<b>Razem=</b>		<b>6</b>	<b>5</b>	<b>9</b>

Spośród włączonych badań pięć randomizowanych badań klinicznych [53,58, 63,65,66], jedno badanie kliniczno-kontrolne [69] i jedno badanie kohortowe [72] cechuje się wysoką jakością zastosowanych metod badawczych. Dzięki temu można stwierdzić, że ich zawarte w nich obserwacje i wnioski mają wysokie prawdopodobieństwo przełożenia się na codzienną pracę kliniczną. W przypadku innych pięciu randomizowanych badań kontrolnych [54,57,59,64,67] i jednego badania kliniczno-kontrolnego [68] zastosowane metody badawcze budziły pewne obawy. Metody badawcze pozostałych badań stwarzały wysokie ryzyko stronniczości.

### 5.1.3. Uszkodzenia stałych aparatów retencyjnych

Wskaźniki niepowodzeń w uwzględnionych badaniach wahały się od 7,3% w badaniu Kocher i wsp. [72] do 50% w badaniu Rose i wsp. [62]. Pacjenci, u których raz doszło do odklejenia się retainera, są bardziej narażeni na powtarzające się „awarie”. Częściej do niepowodzeń retencji dochodzi w szczęce niż w żuchwie. Jeśli chodzi o niepowodzenia związane z klejeniem retainera, istotne statystycznie różnice dotyczące współczynników awaryjności, przebarwień i kumulacji kamienia nazębnego [58] odnotowano między retainernami przyklejanymi z dodatkowym użyciem środka wiążącego (żywicy) w porównaniu z retainernami przyklejanymi samym materiałem kompozytowym [58,66]. Wskazuje to na szereg korzyści związanych z dodatkowym użyciem żywicy, bez względu na rodzaj zastosowanego materiału kompozytowego. Najczęstszym rodzajem niepowodzenia obserwowanym w stałych retainernach ortodontycznych jest uszkodzenie adhezyjne - pomiędzy zębem a kompozytem (bez pozostałości materiału kompozytowego na powierzchni szkliva) [57,71].

Jeśli chodzi o rodzaj materiału kompozytowego stosowanego do przyklejania retainerów, znaleziono jedno badanie, którego autorzy wykazali mniej niepowodzeń w przypadku Transbond XT w porównaniu z Filtek Supreme XTE (płynnym) [67]. Jediną różnicą, jaką stwierdzono pomiędzy różnymi sposobami klejenia - bezpośrednim i pośrednim, był krótszy czas przyklejania [53,69].

Jeśli chodzi o stabilność ustawienia zębów, wskaźnik nieregularności wg Little'a wzrasta z czasem, pomimo obecności stałych retainerów ortodontycznych [53,56,70]. Stwierdzono ponadto, że retainery przyklejone do powierzchni wszystkich sześciu przednich zębów lepiej utrzymywały ustawienie zębów niż retainery przyklejone tylko do dwóch kłów [57].

Nie potwierdzono istotnego wpływu rodzaju drutu, z którego wykonano retainer, na stabilność wyników leczenia w fazie retencyjnej. Nowy - indywidualny retainer nitinolowy wykonany w technologii CAD/CAM (Computer-Aided Desing/Computer-Aided Manufacturing) nie zapewnia lepszej stabilności ani nie wywiera mniejszego negatywnego wpływu na stan dziąseł w porównaniu z klasycznym retainernem z plecionego drutu ze stali nierdzewnej [63,64].

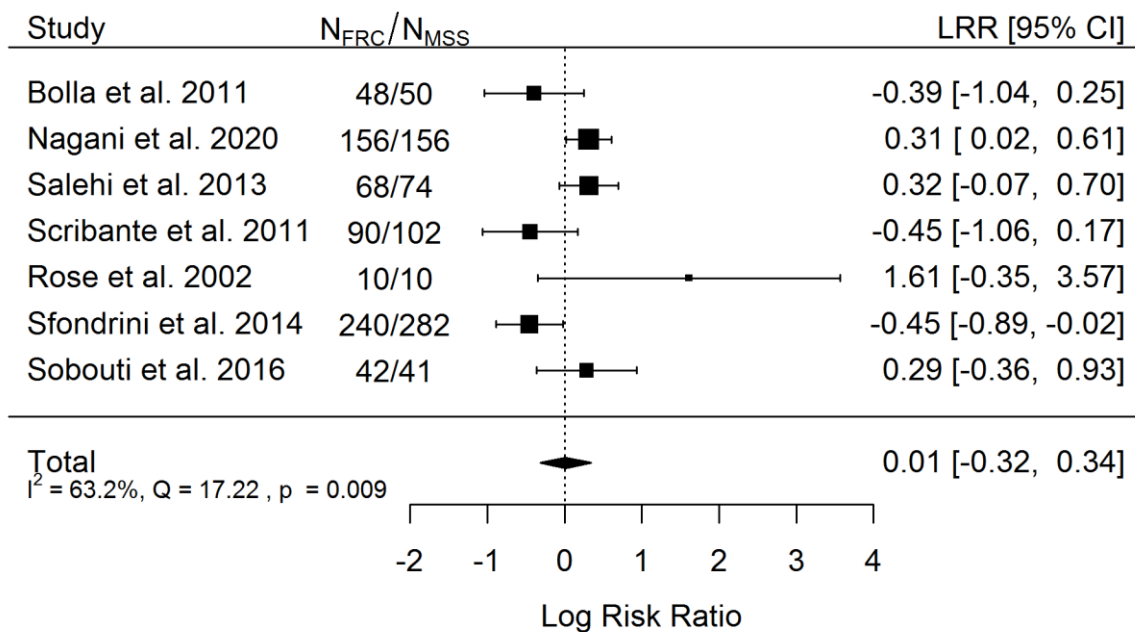
#### 5.1.4. Metaanaliza

Opinie na temat wyższości retainerów stałych stworzonych z szyny z włókna szklanego lub plecionego drutu stalowego w uwzględnionych badaniach są sprzeczne. W związku z tym wydaje się stosowne przeprowadzenie metaanalizy współczynnika awaryjności wśród uwzględnionych badań, które porównują skuteczność retainerów z włókna szklanego i drutu ze stali nierdzewnej 0,0175". W metaanalizie uwzględniono siedem badań. Łączna wielkość próby we wszystkich uwzględnionych badaniach to 503 pacjentów i 516 retainerów. Dane wykorzystane do przeprowadzenia metaanalizy przedstawiono w tabeli 5.

Wyniki przedstawiono na ryc. 4. Dodatnia wartość logarytmu stosunku ryzyka (Log Risk Ratio - LRR) wskazuje na większe ryzyko związanie z użyciem retencji z włókna szklanego, ujemna - z użyciem plecionego drutu stalowego. Trzy badania wykazały bardzo konsekwentnie przewagę zastosowania retencji z włókna szklanego, a trzy - równie konsekwentnie - przewagę zastosowania plecionego drutu stalowego. Badanie Rose i wsp. [62] przedstawia wyniki sprzeczne ze wszystkimi innymi badaniami uwzględnionymi w metaanalizie. Nie ma ono jednak dużego wpływu na wyniki metaanalizy ze względu na niewielką liczebność badanej próby. Jak widać z wyników obliczeń, nie ma istotnej statystycznie różnicy między rodzajem użytego materiału a możliwym ryzykiem awarii.

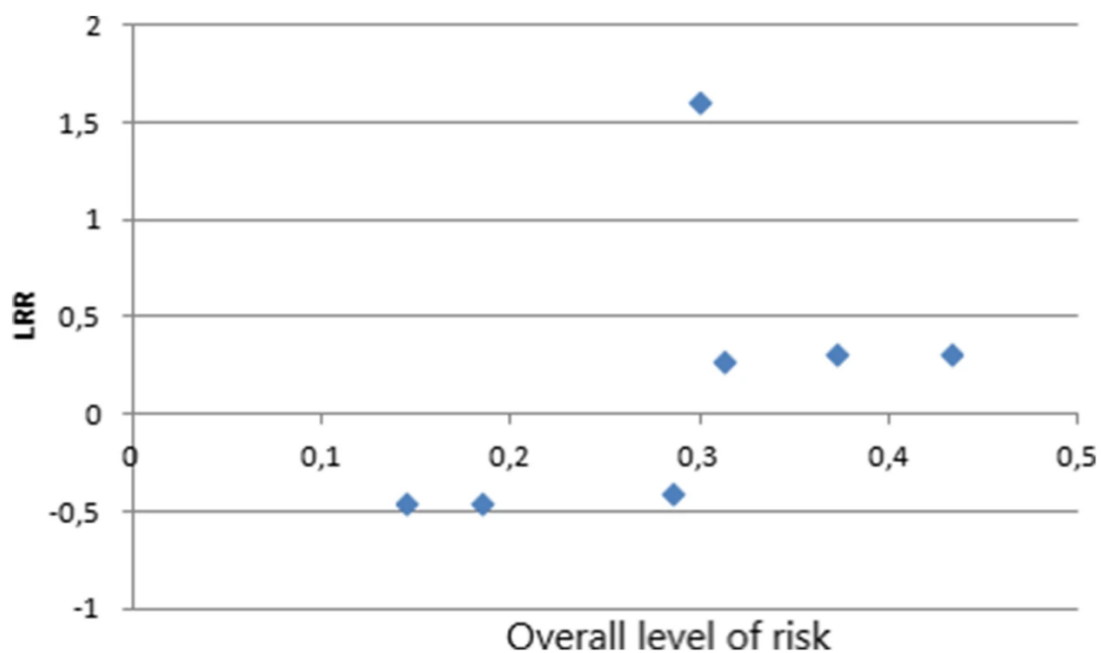
**Tabela 5.** Dane uwzględnione w metaanalizie

Autor, rok publikacji	Wskaźnik awaryjności retencji z włókna szklanego	Wskaźnik awaryjności stalowego drutu plecionego 0,0175"	Czas obserwacji (lata)	Całkowita wielkość próby (pacjenci)	Całkowita wielkość próby (retainery)
Bolla et al. 2011 [53]	11/48 retainerów	17/50 retainerów	6	85	98
Nagani et al. 2020 [57]	67/156 zębów	49/156 zębów	1	52	52
Salehi et al. 2013 [59]	34/68 retainerów	27/74 retainerów	1,5	142	142
Scribante et al. 2011 [61]	13/90 zębów	23/102 zęby	1	34	34
Rose et al. 2002 [62]	5/10 retainerów	Uchwyty retainerów	2	20	20
Sfondrini et al. 2014 [71]	27/240 zębów	50/282 zęby	1	87	87
Sobouti et al. 2016 [72]	15/42 retainerów	11/41 retainerów	2	83	83



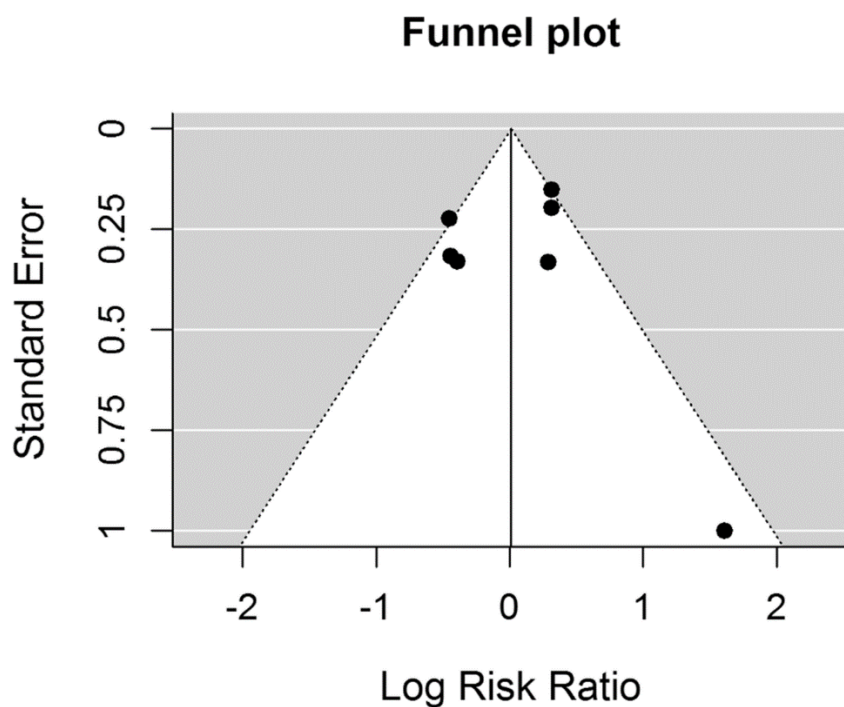
**Rycina 4.** Forest plot

Im wyższe ryzyko „awarii” retainera z włókna szklanego w badaniach, tym wyższy ogólny poziom ryzyka (rycina 5). Wskazuje to, że w badaniach, w których awaria retencji występowała znacznie częściej niż w innych, istniało znacznie większe ryzyko awarii retencji podczas stosowania włókna szklanego niż podczas stosowania drutu stalowego. Wskazuje to, że skuteczność kliniczna retainera z włókna szklanego jest zdecydowanie bardziej wrażliwa na umiejętności operatora, a przy nieprawidłowej technice klejenia prawdopodobieństwo wystąpienia odklejenia się retainera z włókna szklanego jest znacznie wyższe.



**Rycina 5.** Stosunek LRR do ogólnego poziomu ryzyka

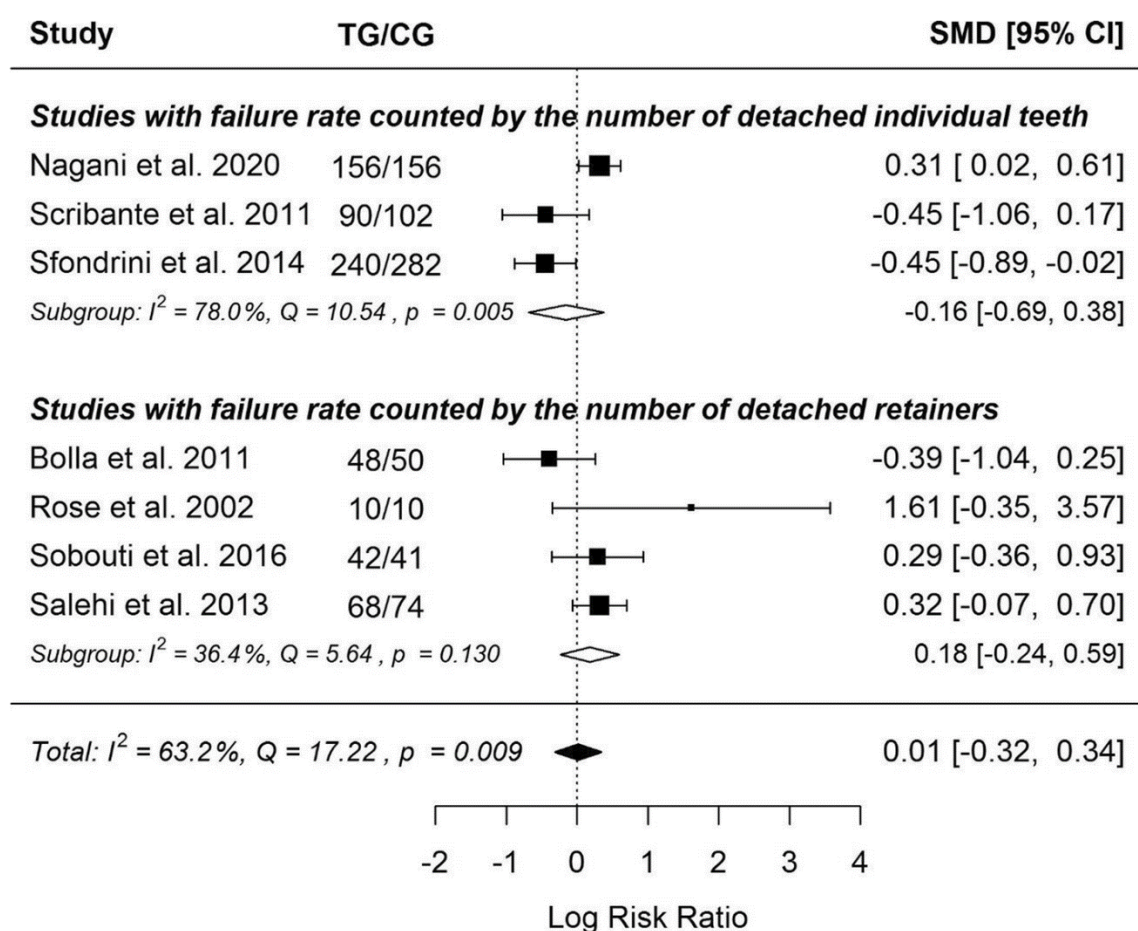
Rodzaj zastosowanego retainera ma nieistotną ( $p = 0,868$ ) wielkość efektu. Wyniki włączonych badań są niespójne - heterogeniczność jest istotna ( $p = 0,009$ ), a aż 63,2% zmienności pochodzi z heterogeniczności. Wykres lejkowy (ryc. 6) nie ujawnia błędu systematycznego publikacji.



**Rycina 6.** Funnel plot (wykres lejkowy)

Ze względu na fakt, że włączone badania różniły się między sobą badanymi parametrami, w których wyrażany jest wskaźnik niepowodzeń (liczba odklejonych retainerów i liczba zębów, od której odkleił się retainer), sprawdzono, czy istnieją istotne różnice między tymi grupami badań.

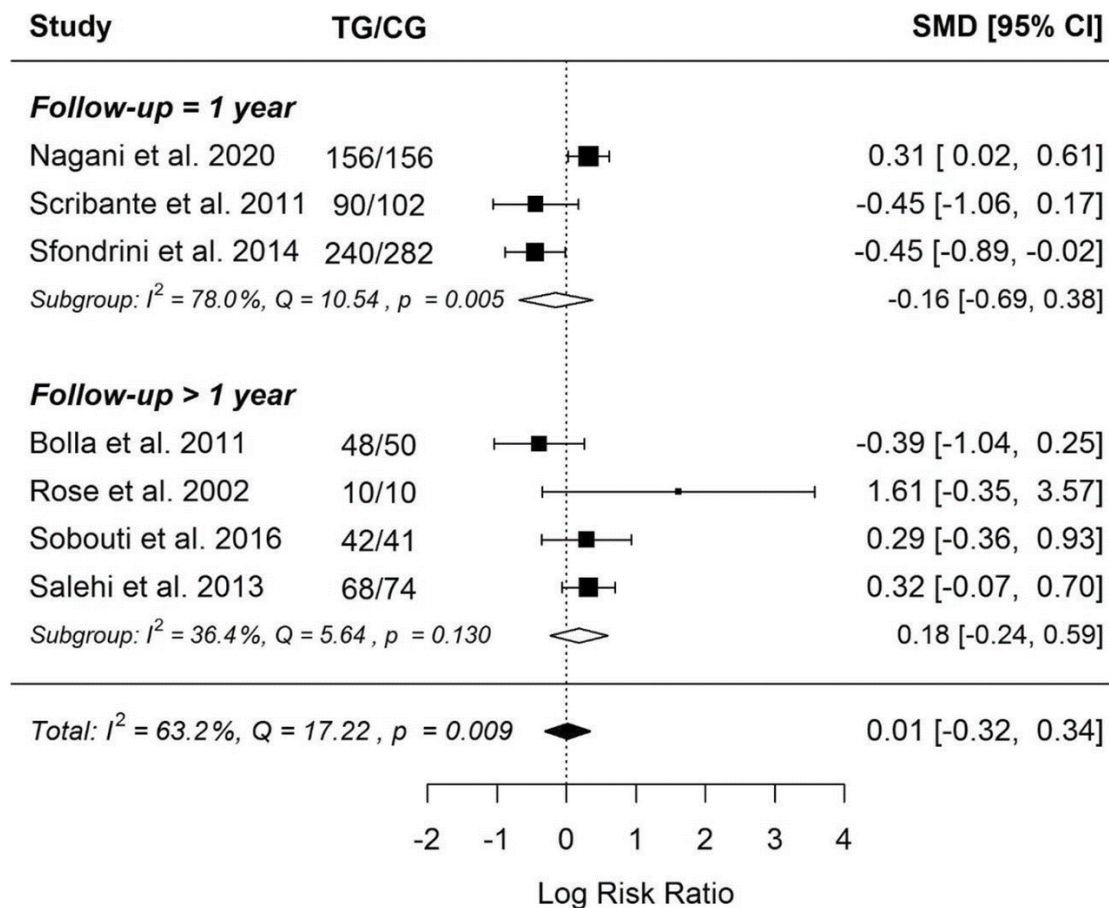
W grupie badań ze współczynnikiem niepowodzeń liczonym liczbą pojedynczych zębów, rodzaj użytego retainera ma niewielką nieistotną ujemną wielkość efektu, podczas gdy w grupie badań ze współczynnikiem liczonym liczbą odklejonych retainerów - niewielką dodatnią wielkość efektu. Wyniki badań były niespójne w pierwszej grupie - heterogeniczność była istotna ( $p = 0,005$ ), 78,0% zmienności pochodziło z heterogeniczności. Jednak pomimo podziału, nadal nie było istotnych różnic między grupami z retainers z włókna szklanego a stalowym drutem. Oznacza to, że "jednostka miary" niepowodzenia nie wpłynęła na ogólne wnioski płynące z metaanalizy (ryc. 7).



**Rycina 7.** Forest plot uwzględniający 2 grupy badań z różnymi jednostkami współczynnika awaryjności



Niezwykle interesujące wydawało się również to czy czas obserwacji nie był czynnikiem mogącym różnicować skuteczność porównywanych typów retencji. W związku z tym stwierdzono, że warto podzielić włączone badania na dwie grupy - krótkoterminowe (do 12 miesięcy) i długoterminowe (powyżej 12 miesięcy). Najkrótszy okres obserwacji we włączonych badaniach wynosił 1 rok. Dlatego też 1 rok stał się linią podziału między badaniami krótkoterminowymi i długoterminowymi (ryc. 8).



**Rycina 8.** Forest plot uwzględniający 2 grupy badań o różnym czasie trwania obserwacji

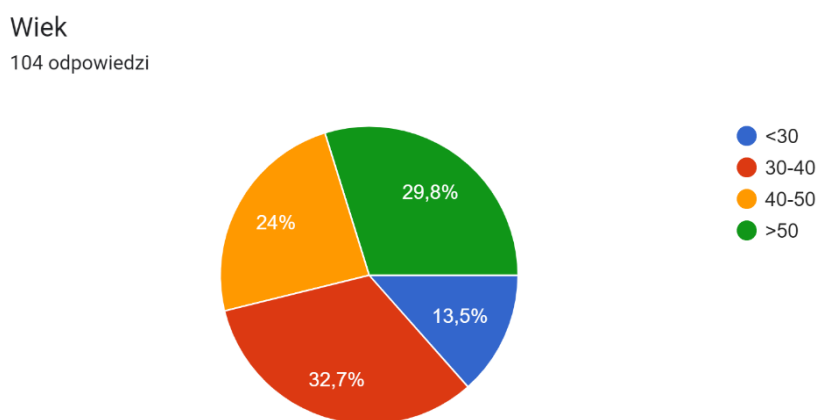
W wyniku przeprowadzonych obliczeń nie stwierdzono istotnej statystycznie różnicy między obiema grupami, co zdecydowanie potwierdza stwierdzenie zawarte w metaanalizie zbiorczej. Badania włączone do całej metaanalizy były wysoce heterogeniczne, ale wynika to ze specyfiki leczenia w fazie retencji - podejście kliniczne było zróżnicowane w różnych badaniach.

## 5.2. Wyniki badania ankietowego

Ogólny współczynnik odpowiedzi wyniósł 16,9%, z łączną liczbą 104 odpowiedzi na 615 członków grupy. Według Naczelnej Rady Lekarskiej w Polsce jest 1296 aktywnych klinicznie specjalistów w dziedzinie ortodontcji [73], więc respondenci badania stanowią znaczną część tej grupy (8%).

### 5.2.1. Charakterystyka osobowa respondentów

Struktura wiekowa grupy badanej została przedstawiona na rycinie 9.



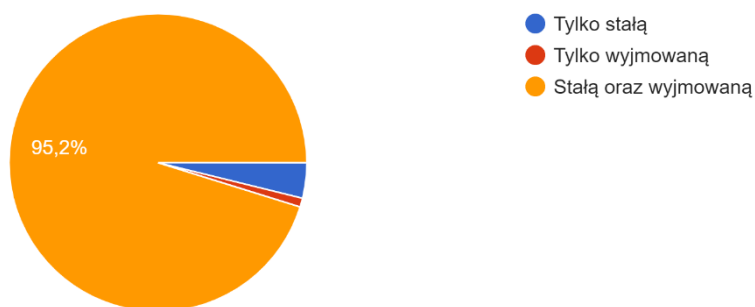
**Rycina 9.** Wiek respondentów wyrażony w latach

### 5.2.2. Schemat postępowania stosowany w fazie retencyjnej leczenia ortodontycznego

Rodzaj zastosowanej retencji przedstawiono na rycinie 10. Większość lekarzy stosowała podwójną retencję we wszystkich przypadkach i przyklejała stałe retainery bezpośrednio; rzadko stosowano technikę klejenia pośredniego.

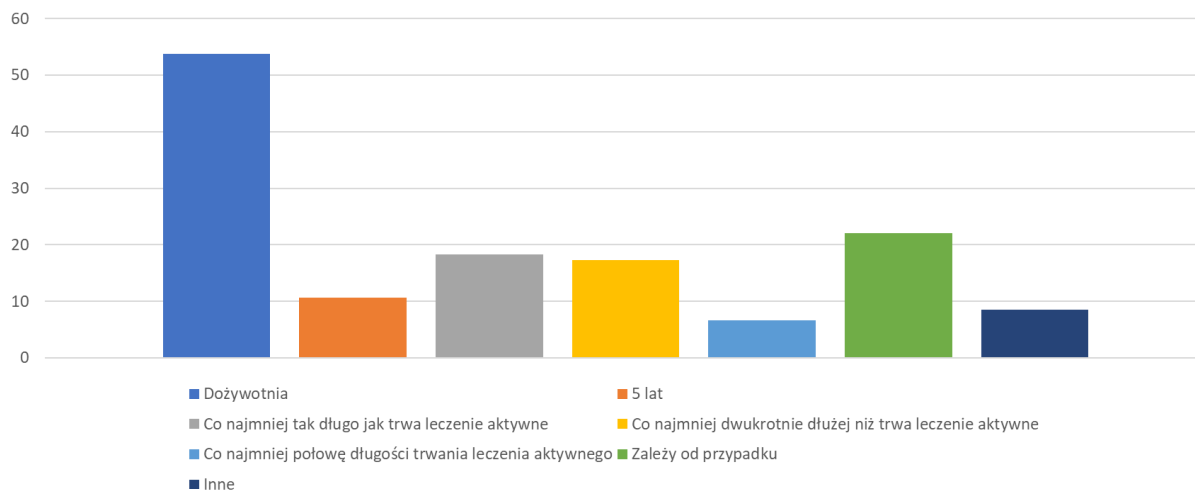
Jaki rodzaj retencji stosuje Pan/i u pacjentów po zakończeniu leczenia ortodontycznego?

104 odpowiedzi



**Rycina 10.** Rodzaj retencji stosowanej przez respondentów

Prawie pięćdziesiąt cztery procent respondentów uważa, że faza retencyjna leczenia ortodontycznego powinna trwać przez całe życie, 20% respondentów udzieliło odpowiedzi innych niż te, które można było wybrać. I tak w kategorii "inne" znalazły się następujące odpowiedzi: 3 lata - 2 osoby, 3-4 lata - 1 osoba, co najmniej 3 lata - 2 osoby, natomiast pozostałe odpowiedzi w tej kategorii w różny sposób różnicują czas trwania retencji między dziećmi i dorosłymi (ryc. 11).



**Rycina 11.** Czas trwania fazy retencyjnej według respondentów

Schemat obserwacji również nie był spójny w badanej grupie. Jednak żadna z opcji nie była wyraźnie bardziej popularna od drugiej. Harmonogram wizyt kontrolnych wśród 44,2% praktykujących lekarzy był następujący: pierwsza wizyta po miesiącu, druga po 3 miesiącach, a następnie co sześć miesięcy. Inny schemat: pierwsza i druga wizyta co 3 miesiące, a następnie

co pół roku, był zalecany przez 29,8% lekarzy, podczas gdy 17,3% spotykało się ze swoimi pacjentami co 6 miesięcy, a 8,7% - raz w roku.

Klejenie bezpośrednie zadeklarowało 100% uczestników, ale 7,7% stosowało również klejenie pośrednie.

W badaniach własnych 51,9% respondentów uważało, że są w stanie doskonale utrzymać wyniki aktywnej fazy leczenia u większości pacjentów. Jednak 48,9% z nich uznało, że utrzymanie idealnej pozycji zębów stanowi dla nich wyzwanie. Trzydzieści cztery procent stwierdziło, że awarie retainerów stałych stanowią poważny problem kliniczny, a 30,8% uznało je za problem marginalny. Lekarze skarżyli się na słabą współpracę ze strony pacjentów; 55,2% odpowiedziało, że ich pacjenci zwykle nie współpracują podczas fazy retencyjnej leczenia ortodontycznego, a 30,9%, że trudno jest obiektywnie ocenić skuteczność aparatów retencyjnych, ponieważ duży odsetek pacjentów nie zgłasza się regularnie na wizyty kontrolne. Tylko 41,7% stwierdziło, że pacjenci zwykle współpracowali podczas fazy retencyjnej leczenia ortodontycznego.

### 5.2.3. Materiały używane do wykonywania stałych aparatów retencyjnych

Najpopularniejszym rodzajem stałego retainera wśród polskich lekarzy praktyków był drut pleciony ze stali nierdzewnej (stosowany przez 75,7% respondentów), a następnie złoty łańcuszek (Gold Chain - GC) - 26,9%. Dwadzieścia dwa i trzy dziesiąte procent respondentów stosowało retainer z włókna szklanego (FRC), 19,2% stosowało drut tytanowy, a 1% nie stosowało żadnego rodzaju stałej retencji ortodontycznej. Jeśli chodzi o rodzaj drutu stalowego, 57,7% stosowało pleciony drut czworokątny (braided rectangular wire - BRW), 26,9% drut okrągły wielożyłowy (multistranded round wire- MRW), a 4,8% pojedynczy drut stalowy okrągły. W grupie stosującej włókno szklane do retencji, 90% używało włókna w postaci taśmy, a 10% w postaci sznureczka.

W pytaniu o znajomość wymiarów drutów stosowany do retencji stałej, 35,9% respondentów przyznało, że w ogóle nie zna wymiarów stosowanego drutu, 27,2% odpowiedziało, że wymiary stosowanego przez nich drutu to 0,016" × 0,022", a wymiary 0,0175" i 0,027", podało po 13%. Trzydzieści dwa i sześć dziesiątych procent napisało jedną z 11 różnych odpowiedzi, jednakże żadna z nich nie przekroczyła 3%.

Jeśli chodzi o materiały użyte do przyklejania drutu, 63,7% respondentów zadeklarowało, że używało płynnego materiału kompozytowego przeznaczonego do aparatów retencyjnych. Jednak tyle samo osób używało również płynnego materiału kompozytowego

przeznaczonego do wypełnień. Siedem i siedem dziesiątych procent respondentów stosowało materiał kondensowalny produkowany do wypełnień stomatologicznych, a 5,7% stosowało materiał chemoutwardzalny przeznaczony do klejenia pośredniego zamków ortodontycznych.

Jeśli chodzi o retainery z włókna szklanego, zdecydowana większość (70,2%) respondentów przyznała, że nie ma zdania na temat tego typu retencji stałej, ponieważ nie stosowała jej u żadnego pacjenta. Dwadzieścia osiem i osiem dziesiątych procent stosowało ją u pacjentów z chorobami przyzębia, a 1% stosowało ją, gdy pacjent był uczulony na metale. Jedna osoba stosowała je u wszystkich pacjentów. Osiemnaście i cztery dziesiąte procent zgodziło się, że retainer z włókna szklanego był estetyczny, 14,6%, że jest trwały, a 10,7%, że był łatwy do klejenia, taki sam odsetek przyznał, że retainer z włókna szklanego skutecznie zapobiega niepożądanemu przemieszczaniu się zębów, przy czym 8,7% stwierdziło, że rzadko ulega deformacji. Jednakże, 25,2% stwierdziło, że retainer z włókna szklanego utrudnia higienę jamy ustnej, 16,5% stwierdziło, że jest trudny do przyklejenia, a 10,7%, że często się odkleja. Tylko 3,9% zgodziło się ze stwierdzeniem, że często ulega deformacji.

Tabela 6 zawiera procentowy rozkład odpowiedzi na pytania przybliżające, dlaczego respondenci używają określonego rodzaju drutu retencyjnego.

**Tabela 6.** Odsetek odpowiedzi opisujący charakterystykę kliniczną danych rodzajów drutu

Wybrana odpowiedź	% odpowiedzi dotyczący danego rodzaju drutu		
	MRW	BRW	GC
Nie zawsze zapobiega przemieszczaniu się zębów	36,5	15,4	8,7
Efektywnie zapobiega przemieszczaniu się zębów	8,7	44,2	26,9
Łatwo się go dogina	27,9	48,1	17,3
Trudno się go dogina	10,6	11,5	1,9
Często odkleja się z powierzchni zębów	14,4	5,8	1,9
Rzadko odkleja się z powierzchni zębów	12,5	41,3	24
Jest łatwy do przyklejenia	16,3	46,2	31,7
Jest ciężki do przyklejenia	7,7	6,7	1,9
Rzadko się deformuje	6,7	34,6	26
Często się deformuje	22,1	3,8	1,9
Nie mam na ten temat zdania, nie używam/łem tego drutu	41,3	24	60,6

MRW – multistranded round wire - wielożyłowy drut okrągły,

BRW- braided rectangular wire - pleciony drut czworokątny, GC –

gold chain - złoty łańcuszek

Odpowiedź „czworokątny drut stalowy jest łatwy do doginania" była najpopularniejsza. Odpowiedzi „złoty łańcuszek jest łatwy do doginania" i "złoty łańcuszek jest trudny do doginania" były proporcjonalnie rzadziej wybierane niż dwa pozostałe rodzaje drutu (Tabela 7). Oznacza to, że ogólnie ortodonci za najłatwiejszy do doginania uważali drut czworokątny, a następnie - złoty łańcuszek, natomiast krytykowali drut okrągły. Co interesujące, użytkownicy złotego łańcuszka byli zdania, że jest on najłatwiejszy do doginania ze wszystkich trzech rodzajów drutu, uważając pozostałe dwa rodzaje drutu za trudne do dogięcia.

**Tabela 7.** Różnice w proporcjach odpowiedzi dotyczących charakterystyki doginania drutu

Odpowiedź vs odpowiedź	Liczba			Liczba			p
	Odp.	respondentów	Proporcja	Odp.	respondentów	Proporcja	
MRW jest łatwy do doginania do BRW jest łatwy do doginania	27	104	0.26	51	104	0.49	<b>0.001*</b>
MRW jest łatwy do doginania do GC jest łatwy do doginania	27	104	0.26	18	104	0.173	0.178
BRW jest łatwy do doginania do GC jest łatwy do doginania	51	104	0.49	18	104	0.173	<b>&lt;0.001*</b>
MRW jest trudny do doginania do BRW jest trudny do doginania	11	104	0.106	11	104	0.106	>0.999
MRW jest trudny do doginania do GC jest trudny do doginania	11	104	0.106	2	104	0.019	<b>0.022*</b>
BRW jest trudny do doginania do GC jest trudny do doginania	11	104	0.106	2	104	0.019	<b>0.022*</b>

Odp. – odpowiedź, MRW – multistranded round wire - wielożyłowy drut okrągły, BRW-braided rectangular wire - pleciony drut czworokątny, GC –gold chain - złoty łańcuszek

Odpowiedź wskazująca, że drut czworokątny jest łatwy do przyklejenia jest proporcjonalnie najpopularniejsza, podczas gdy odpowiedź wskazująca na łatwość przyklejenia drutu okrągłego ma zdecydowanie niższą proporcję pozytywnych odpowiedzi niż pozostałe dwa rodzaje drutu (tabela 8).

**Tabela 8.** Różnice w proporcjach odpowiedzi dotyczących charakterystyki związanej z klejeniem drutu

Odpowiedź vs odpowiedź	Liczba			Liczba			p
	Odp.	respondentów	Proporcja	Odp.	respondentów	Proporcja	
MRW jest łatwy do przyklejenia do BRW jest łatwy do przyklejenia	17	104	0.163	48	104	0.462	<b>&lt;0.001*</b>
MRW jest łatwy do przyklejenia do GC jest łatwy do przyklejenia	17	104	0.163	33	104	0.317	<b>0.015*</b>
BRW jest łatwy do przyklejenia do GC jest łatwy do przyklejenia	48	104	0.462	33	104	0.317	<b>0.047*</b>
MRW jest trudny do przyklejenia do BRW jest trudny do przyklejenia	6	104	0.058	6	104	0.058	>0.999
MRW jest trudny do przyklejenia do GC jest trudny do przyklejenia	6	104	0.058	2	104	0.019	0.279
BRW jest trudny do przyklejenia do GC jest trudny do przyklejenia	6	104	0.058	2	104	0.019	0.279

Odp. – odpowiedź, MRW – multistranded round wire - wielożyłowy drut okrągły, BRW-braided rectangular wire - pleciony drut czworokątny, GC –gold chain - złoty łańcuszek

Drut czworokątny ma zdecydowanie wyższą proporcję odpowiedzi wskazujących, że efektywnie utrzymuje pozycje zębów, podczas gdy drut okrągły ma zdecydowanie niższą proporcję pozytywnych odpowiedzi niż pozostałe dwa rodzaje drutu (tabela 9).

**Tabela 9.** Różnice w proporcjach odpowiedzi dotyczących charakterystyki związanej z efektywnym utrzymaniem pozycji zębów

Odpowiedź vs odpowiedź	Liczba			Liczba			p
	Odp.	respondentów	Proporcja	Odp.	respondentów	Proporcja	
MRW jest efektywny BRW jest efektywny	43	104	0.413	45	104	0.433	0.888
MRW jest efektywny GC jest efektywny	43	104	0.413	28	104	0.269	<b>0.041*</b>
BRW jest efektywny GC jest efektywny	45	104	0.433	28	104	0.269	<b>0.02*</b>
MRW nie jest efektywny BRW nie jest efektywny	3	104	0.029	16	104	0.154	<b>0.004*</b>
MRW nie jest efektywny GC nie jest efektywny	3	104	0.029	9	104	0.087	0.137
BRW nie jest efektywny GC nie jest efektywny	16	104	0.154	9	104	0.087	0.201

Odp. – odpowiedź, MRW – multistranded round wire - wielożyłowy drut okrągły, BRW-braided rectangular wire - pleciony drut czworokątny, GC –gold chain - złoty łańcuszek



Złoty łańcuszek ma znacząco wyższą proporcję pozytywnych odpowiedzi dotyczących efektywnego utrzymania pozycji zębów niż pozostałe dwa rodzaje drutu, podczas gdy stalowy drut czworokątny zdecydowanie częściej wskazywany był jako drut efektywnie utrzymujący pozycję zębów niż drut okrągły. Drut czworokątny ma najniższą proporcję odpowiedzi „Rzadko odkleja się od zębów”, niż pozostałe dwa rodzaje drutu, co oznacza, że według respondentów odkleja się najczęściej (tabela 10).

**Tabela 10.** Różnice w proporcjach odpowiedzi dotyczących charakterystyki związanej z efektywną adhezją do powierzchni zębów

Odpowiedź vs odpowiedź		Liczba			Liczba			p
		Odp.	respondentów	Proporcja	Odp.	respondentów	Proporcja	
MRW odkleja się rzadko	BRW odkleja się rzadko	13	104	0.125	41	104	0.394	<b>&lt;0.001*</b>
MRW odkleja się rzadko	GC odkleja się rzadko	13	104	0.125	25	104	0.24	<b>0.048*</b>
BRW odkleja się rzadko	GC odkleja się rzadko	41	104	0.394	25	104	0.24	<b>0.025*</b>
MRW odkleja się często	BRW odkleja się często	13	104	0.125	6	104	0.058	0.149
MRW odkleja się często	GC odkleja się często	13	104	0.125	2	104	0.019	<b>0.007*</b>
BRW odkleja się często	GC odkleja się często	6	104	0.058	2	104	0.019	0.279

Odp. – odpowiedź, MRW – multistranded round wire - wielożyłowy drut okrągły, BRW-braided rectangular wire - pleciony drut czworokątny, GC –gold chain - złoty łańcuszek

Według respondentów, złoty łańcuszek deformuje się najrzadziej spośród wszystkich rodzajów drutu, natomiast okrągły drut stalowy deformuje się najczęściej (tabela 11).

**Tabela 11.** Różnice w proporcjach odpowiedzi dotyczących charakterystyki związanej z utrzymaniem kształtu drutu

Odpowiedź vs odpowiedź		Liczba			Liczba			p
		Odp.	respondentów	Proporcja	Odp.	respondentów	Proporcja	
BRW deformuje się	BRW deformuje się							
MRW deformuje się rzadko	rzadko	7	104	0.067	35	104	0.337	<0.001*
MRW deformuje się rzadko	GC deformuje się	7	104	0.067	27	104	0.26	<0.001*
BRW deformuje się rzadko	GC deformuje się	35	104	0.337	27	104	0.26	0.289
MRW deformuje się często	BRW deformuje się	21	104	0.202	4	104	0.038	0.001*
MRW deformuje się często	GC deformuje się	21	104	0.202	2	104	0.019	<0.001*
BRW deformuje się często	GC deformuje się	4	104	0.038	2	104	0.019	0.679

Odp. – odpowiedź, MRW – multistranded round wire - wielożyłowy drut okrągły, BRW-braided rectangular wire - pleciony drut czworokątny, GC –gold chain - złoty łańcuszek

### 5.3. Wyniki randomizowanego prospektywnego badania klinicznego

#### 5.3.1. Ocena błędu systematycznego i obliczanie wielkości próby

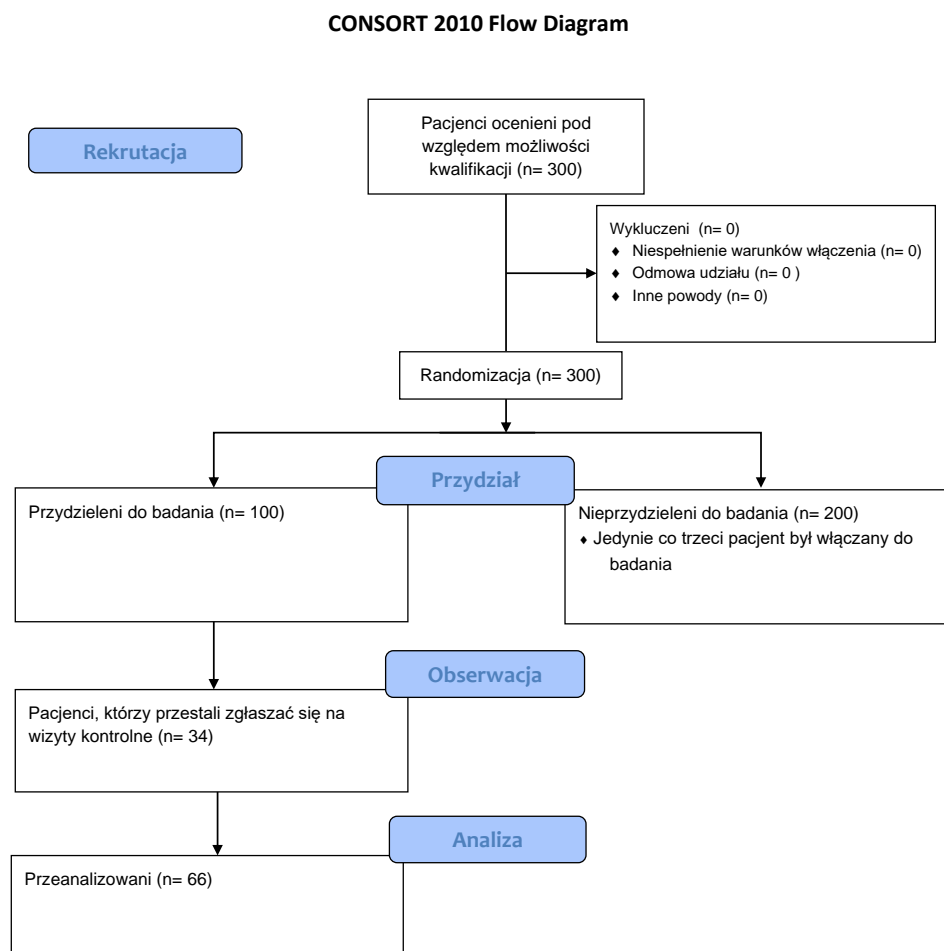
Powtarzalność pozycjonowania punktów była wysoka, a współczynnik korelacji wewnątrzklasowej w dwuczynnikowym modelu mieszanym dla bezwzględnej zgodności pojedynczego pomiaru wyniósł 0.99, co oznacza wysoką zgodność.

Wielkość próby określono dla prawdopodobieństwa błędu typu I  $\alpha=0,05$ , mocy  $1-\beta=0,9$ . Biorąc pod uwagę wielokrotne porównania między 6 grupami zębów - zębami przednimi górnymi (od kła do kła), zębami przedtrzonowymi górnymi, zębami trzonowymi górnymi, zębami przednimi dolnymi (od kła do kła), zębami przedtrzonowymi dolnymi i zębami trzonowymi dolnymi (K=15 porównań), prawdopodobieństwo błędu typu I  $\alpha$  zostało skorygowane za pomocą korekty Bonferroniego ( $\alpha/K$  zamiast  $\alpha$ ), przy założeniu pełnego uzębienia stałego (28 zębów) u każdego pacjenta. Istotną średnią różnicę przyjęto równą 0,2 mm na podstawie danych Knauf i wsp. [63], odchylenie standardowe - 0,5. Daje to standaryzowaną wielkość efektu (stosunek średniej różnicy do odchylenia standardowego) równą 0,4 i  $n \approx 220$  zębów w każdej grupie. Ze względu na fakt, że w grupach z mniejszą liczbą

zębów (grupy zębów trzonowych i przedtrzonowych) znajdują się po 4 zęby u każdego z pacjentów, potrzebnych było co najmniej 55 pacjentów. Biorąc pod uwagę przybliżoną wartość odchylenia standardowego, 66 pacjentów (20% więcej niż jest to konieczne), których uzębienie ostatecznie zostało poddane analizie, było więcej niż wystarczające.

### 5.3.2. Współpraca ze strony pacjentów oraz awarie retencji

Pierwsze skanowanie wykonano u 100 pacjentów, drugie u 86 pacjentów, pozostali pacjenci albo nie zgłosili się na zaplanowaną wizytę, albo odmówili współpracy. Trzeci skan (3 miesiące po zdjęciu aparatu) można było wykonać u 78 pacjentów, ponieważ 8 pacjentów nie zgłosiło się na wizytę. Ostatni skan (6 miesięcy po zdjęciu aparatu) wykonano u 66 pacjentów (43 kobiet i 23 mężczyzn), ponieważ 12 pacjentów nie zgłosiło się na wizytę (ryc. 12). Na rycinie 12 przedstawiono przebieg badania i liczbę uczestników (flow diagram).



Rycina 12. Consort flow diagram

W okresie obserwacji między T0-T3 u 14 pacjentów wystąpiło 18 awarii, w tym jedno pęknięcie szyny, dwa retainery całkowicie odklejone i 16 retainarów częściowo odklejonych, zatem u trzech pacjentów niepowodzenie wystąpiło dwukrotnie i we wszystkich trzech przypadkach był to retainer częściowo odklejony. Wszyscy pacjenci zgłosili się w dniu, w którym wystąpiła „awaria” i zostali przyjęci. W przypadku złamania szyny, nowa szyna, wykonana na podstawie nowego wycisku w dniu zgłoszenia się pacjenta, została oddana pacjentowi następnego dnia. Odnotowano więcej „awarii” w łuku górnym niż dolnym (czternaście częściowo odklejonych i dwa całkowicie odklejone), głównie w zakresie siekaczy bocznych i kłów. W dwóch przypadkach, w których retainery uległy całkowitemu odklejeniu, pacjenci przyznali się do samodzielnego odklejania retainera, gdy był on luźny na jednym zębie, co powodowało ich irytację i skłoniło do oderwania retainera.

### 5.3.3. Analiza średnich mikroprzesunięć w położeniu każdego zęba

Maksymalny bezwzględny zakres przemieszczenia pojedynczego punktu na dowolnym zębie wynosił 2,23 mm i dotyczył środkowego punktu brzegu dystalnego powierzchni policzkowej pierwszego zęba trzonowego górnego w szóstym miesiącu obserwacji. Mediana bezwzględnej wartości przemieszczenia pojedynczego punktu referencyjnego wynosiła 0,015 mm podczas całej obserwacji. W okresie T0-T1 mediana wartości bezwzględnej wynosiła 0,065 mm; w okresie T0-T2: 0,051 mm, a w okresie T0-T3: 0,042 mm. Pokazuje to, że zęby przemieściły się w pierwszym miesiącu retencji, a następnie w dwóch kolejnych miesiącach - średnie przemieszczenie punktów referencyjnych odnoszących się do początku retencji - zmniejszyło się.

Szczegółowe pierwotne dane dotyczące przemieszczenia każdego z 252 punktów w trzech kolejnych okresach obserwacji nie mogły zostać przedstawione w niniejszym opisie ze względu na wymiary tabeli .xlsx (758 wierszy). Rozkład średniego przemieszczenia każdego rodzaju zęba obliczonego jako bezwzględna wartość mediany przemieszczeń jego dziewięciu punktów referencyjnych przedstawiono w tabeli 12.

**Tabela 12.** Rozkład bezwzględnych wartości przemieszczenia w kolejnych odstępach czasowych.

<b>Okres</b>	<b>Min</b>	<b>Q1</b>	<b>Mediana</b>	<b>Q3</b>	<b>Max</b>	<b>Średnia</b>	<b>SD</b>
<b>Siekacze przyśrodkowe dolne</b>							
T0-T1	0.001	0.03	0.067	0.119	0.557	0.094	0.096
T0-T2	0.000	0.026	0.058	0.112	0.330	0.077	0.068
T0-T3	0.000	0.029	0.059	0.093	0.302	0.067	0.05
<b>Siekacze boczne dolne</b>							
T0-T1	0.000	0.024	0.054	0.103	0.470	0.077	0.08
T0-T2	0.000	0.02	0.038	0.073	0.394	0.056	0.056
T0-T3	0.000	0.014	0.043	0.076	0.262	0.051	0.045
<b>Kły dolne</b>							
T0-T1	0.000	0.023	0.044	0.096	0.336	0.073	0.074
T0-T2	0.001	0.014	0.036	0.067	0.272	0.048	0.048
T0-T3	0.000	0.017	0.032	0.056	0.316	0.041	0.04
<b>Pierwsze zęby przedtrzonowe dolne</b>							
T0-T1	0.002	0.026	0.062	0.109	0.339	0.079	0.067
T0-T2	0.001	0.014	0.032	0.056	0.279	0.045	0.047
T0-T3	0.000	0.013	0.03	0.049	0.170	0.037	0.033
<b>Drugie zęby przedtrzonowe dolne</b>							
T0-T1	0.000	0.03	0.086	0.158	0.406	0.107	0.091
T0-T2	0.001	0.021	0.041	0.07	0.476	0.053	0.056
T0-T3	0.000	0.019	0.041	0.077	0.270	0.057	0.051
<b>Pierwsze zęby trzonowe dolne</b>							
T0-T1	0.001	0.038	0.082	0.142	0.402	0.102	0.082
T0-T2	0.000	0.028	0.053	0.107	0.436	0.077	0.069
T0-T3	0.001	0.023	0.051	0.088	0.366	0.064	0.055
<b>Drugie zęby trzonowe dolne</b>							
T0-T1	0.002	0.035	0.094	0.184	0.579	0.12	0.103
T0-T2	0.001	0.036	0.089	0.156	0.559	0.108	0.091
T0-T3	0.000	0.04	0.067	0.113	0.290	0.083	0.064
<b>Siekacze przyśrodkowe górne</b>							
T0-T1	0.001	0.033	0.061	0.114	0.982	0.091	0.111

T0-T2	0.000	0.023	0.048	0.091	0.347	0.062	0.056
T0-T3	0.000	0.019	0.038	0.073	0.631	0.056	0.075
<b>Siekacze boczne górne</b>							
T0-T1	0.001	0.03	0.054	0.091	1.137	0.075	0.108
T0-T2	0.000	0.016	0.051	0.08	1.231	0.06	0.057
T0-T3	0.002	0.014	0.034	0.064	1.17	0.046	0.048
<b>Kły górne</b>							
T0-T1	0.000	0.021	0.049	0.095	0.250	0.066	0.058
T0-T2	0.000	0.017	0.033	0.073	0.354	0.054	0.058
T0-T3	0.001	0.016	0.034	0.053	0.396	0.042	0.045
<b>Pierwsze zęby przedtrzonowe górne</b>							
T0-T1	0.001	0.026	0.061	0.104	0.380	0.078	0.07
T0-T2	0.001	0.026	0.054	0.094	0.438	0.072	0.069
T0-T3	0.000	0.018	0.038	0.069	0.689	0.056	0.075
<b>Drugie zęby przedtrzonowe górne</b>							
T0-T1	0.000	0.029	0.071	0.136	0.289	0.086	0.066
T0-T2	0.000	0.026	0.052	0.094	0.324	0.069	0.057
T0-T3	0.000	0.019	0.045	0.089	0.341	0.061	0.053
<b>Pierwsze zęby trzonowe górne</b>							
T0-T1	0.002	0.032	0.081	0.139	0.282	0.093	0.068
T0-T2	0.001	0.016	0.05	0.091	0.316	0.069	0.07
T0-T3	0.000	0.03	0.052	0.09	0.276	0.064	0.048
<b>Drugie zęby trzonowe górne</b>							
T0-T1	0.000	0.05	0.106	0.171	0.451	0.122	0.095
T0-T2	0.001	0.023	0.065	0.133	0.458	0.094	0.097
T0-T3	0.001	0.029	0.07	0.129	1.480	0.102	0.15

Po pierwszym miesiącu obserwacji (T1) najwyższą medianę ruchu zębów (0,106 mm) zaobserwowano dla drugich zębów trzonowych górnych. Jednak maksymalną pojedynczą wartość ruchu zęba (1,137 mm) zaobserwowano dla siekaczy bocznych górnych (Tabela 1), a następnie siekaczy przyśrodkowych górnych (0,982 mm). Po trzech miesiącach obserwacji (T2) najwyższą medianę ruchu zębów (0,089 mm) zaobserwowano dla drugich zębów trzonowych dolnych i dla drugich zębów trzonowych górnych (0,065 mm), natomiast brak

ruchu zębów (0,000 mm) stwierdzono dla kłów oraz pierwszych i drugich zębów przedtrzonowych w obu łukach zębowych. Maksymalną pojedynczą wartość ruchu zęba (1,231 mm) zaobserwowano również dla siekaczy bocznych górnych. Podczas sześciomiesięcznej obserwacji (T3) najwyższą medianę ruchu zębów zaobserwowano dla drugich zębów trzonowych górnych (1,48 mm), a zatem była to najwyższa wartość zaobserwowana w tym czasie i podczas całej obserwacji. Co ciekawe, wartości przemieszczeń punktów w odniesieniu do T0 zmniejszały się wraz z upływem czasu we wszystkich grupach zębów. Najwyższe wartości mediany zaobserwowano po pierwszym miesiącu (T1) obserwacji.

Typowy przykład ruchu zębów w fazie retencji przedstawiono na rycinach 13, 14, 15, 16, 17, 18 - skany wykonane w T1 (ryc. 13 i 16), w T2 (ryc. 14 i 17) i w T3 (ryc. 15 i 18). Współpraca z tym pacjentem (mężczyzna, lat 20) przebiegała dobrze. Pacjent zgłaszał się na wizyty kontrolne zgodnie z zaleceniami i twierdził, że używa aparatu retencyjnego zdejmowanego zgodnie z zaleceniami. Jak przedstawiono na rycinach, jego okluzja była stabilna. Jest on doskonałym przykładem tego, jak przebiegało pierwsze sześć miesięcy fazy retencji u większości badanych pacjentów (ryc. 13-18).

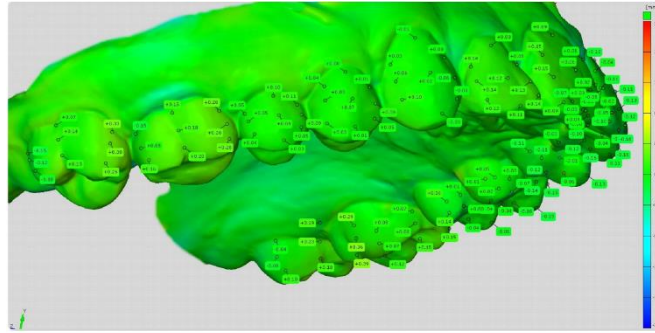


Figure 4a. Right side perspective

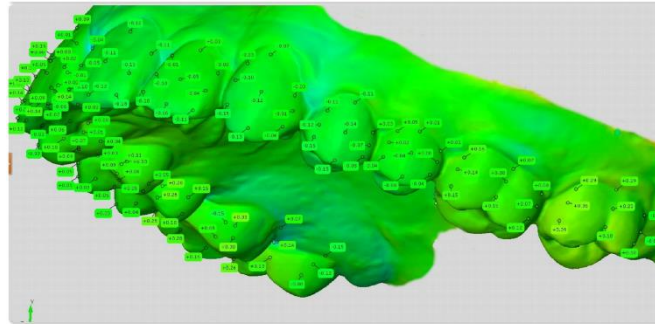


Figure 4b. Left side perspective

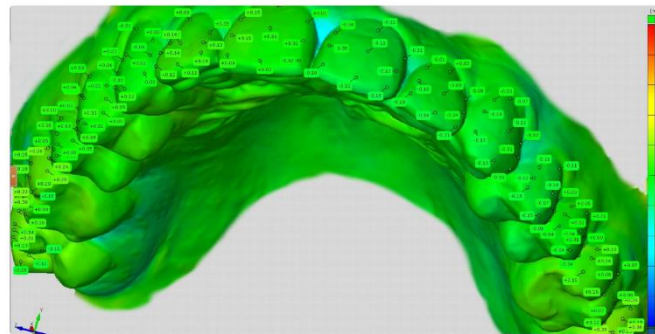


Figure 4c. Buccal Surface perspective

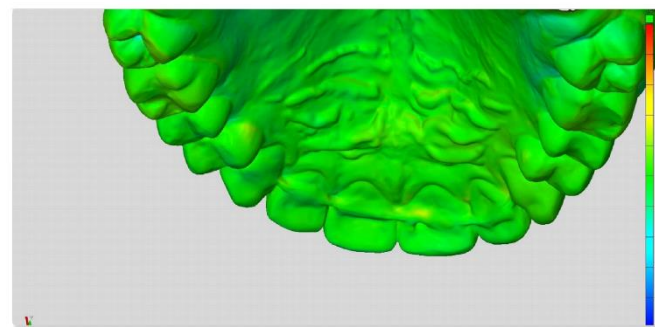


Figure 4d. Palatal surface perspective

**Rycina 13.** Porównanie położenia zębów w łuku górnym po pierwszym miesiącu obserwacji w oprogramowaniu GOM Inspect (perspektywa obserwacji przestawiona od prawej strony, od lewej strony, od powierzchni policzkowej zębów, od powierzchni językowej zębów)



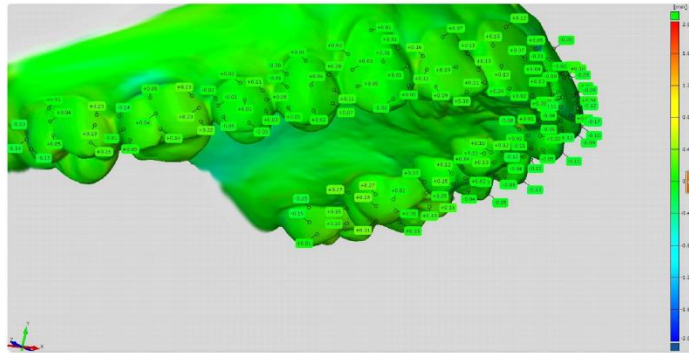


Figure 5a. Right side perspective

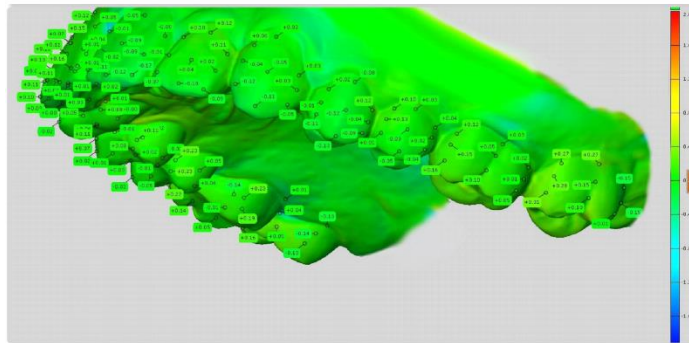


Figure 5b. Left side perspective

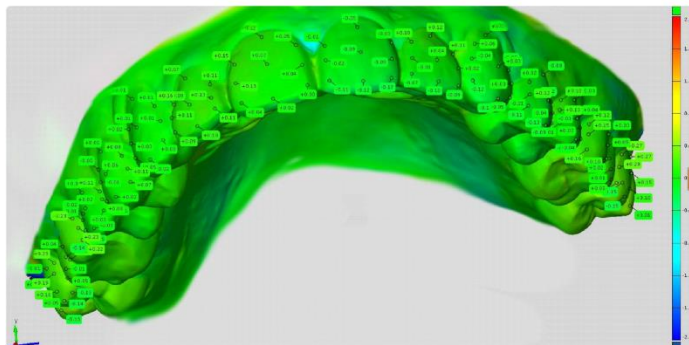


Figure 5c Buccal surface perspective

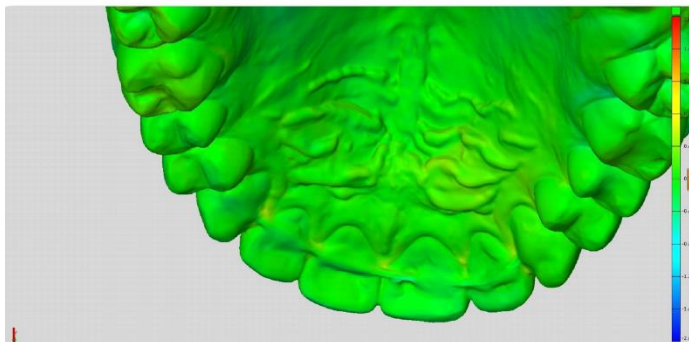


Figure 5d. Palatal surface perspective

**Rycina 14.** Porównanie położenia zębów w łuku górnym po trzech miesiącach obserwacji w oprogramowaniu GOM Inspect (perspektywa obserwacji przestawiona od prawej strony, od lewej strony, od powierzchni policzkowej zębów, od powierzchni językowej zębów)

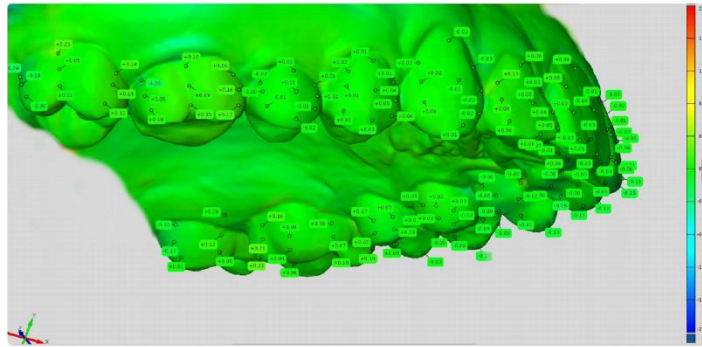


Figure 6a. Right side perspective

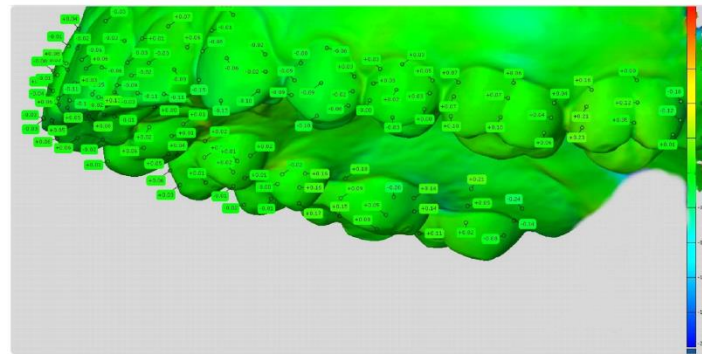


Figure 6b. Left side perspective

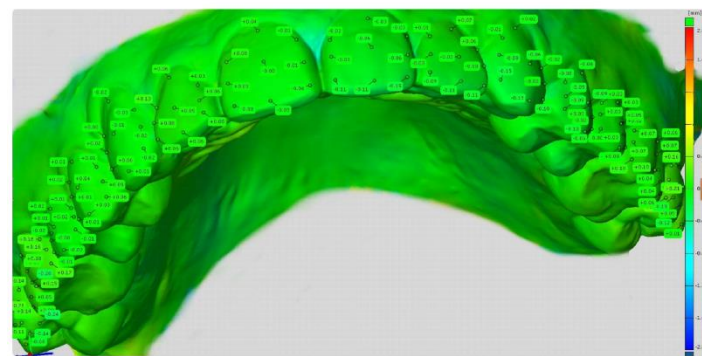


Figure 6c. Buccal side perspective

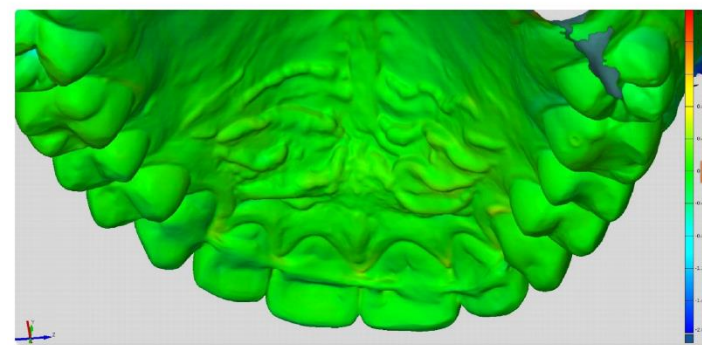


Figure 6d. Palatal side perspective

**Rycina 15.** Porównanie położenia zębów w łuku górnym po sześciu miesiącach obserwacji w oprogramowaniu GOM Inspect (perspektywa obserwacji przestawiona od prawej strony, od lewej strony, od powierzchni policzkowej zębów, od powierzchni językowej zębów)

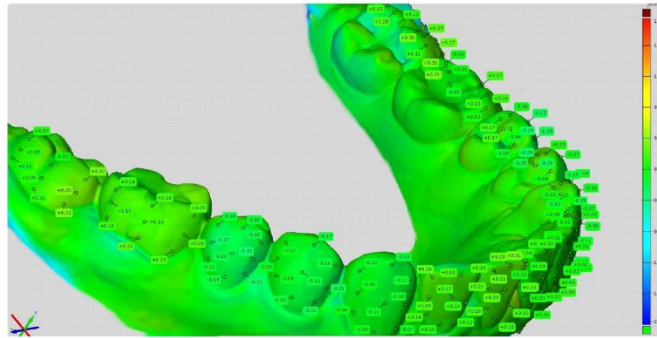


Figure 7a. Right side perspective

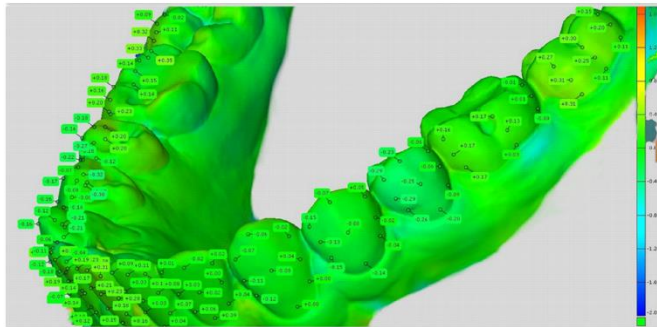


Figure 7b. Left side perspective

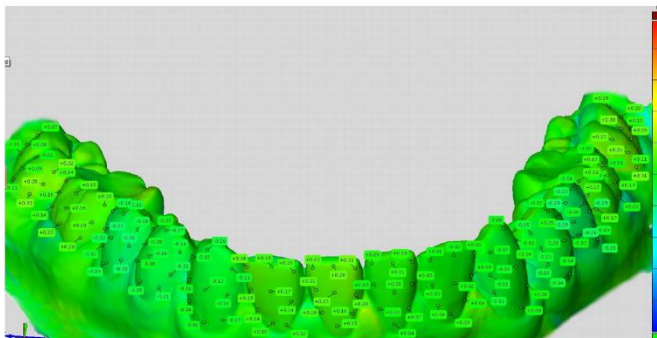


Figure 7c. Buccal side perspective

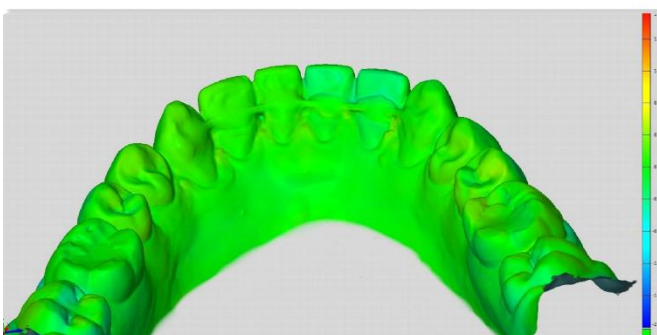


Figure 7d. Lingual side perspective

**Rycina 16.** Porównanie położenia zębów w żuchwie po pierwszym miesiącu obserwacji w oprogramowaniu GOM Inspect (perspektywa obserwacji przestawiona od prawej strony, od lewej strony, od powierzchni policzkowej zębów, od powierzchni językowej zębów)



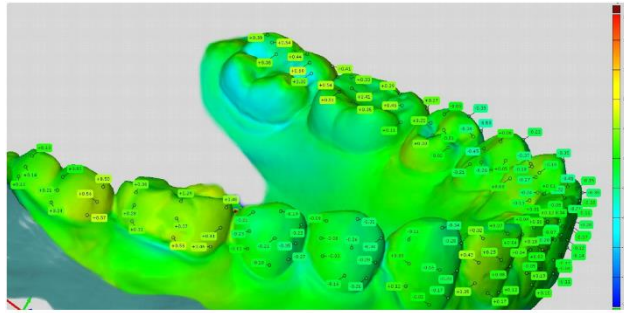


Figure 8a. Right side perspective

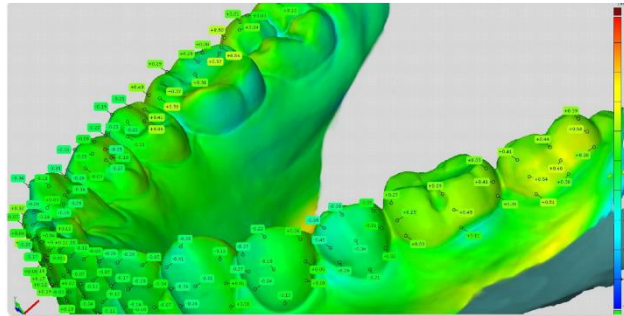


Figure 8b. Left side perspective

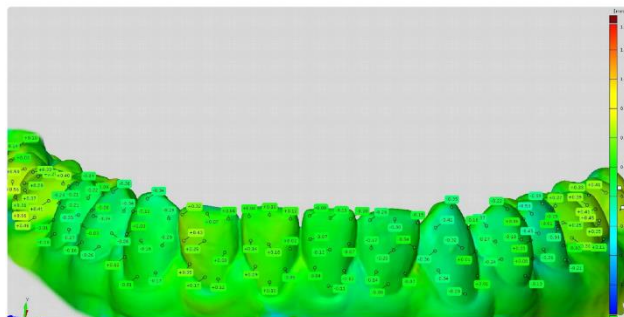


Figure 8c. Buccal surface perspective

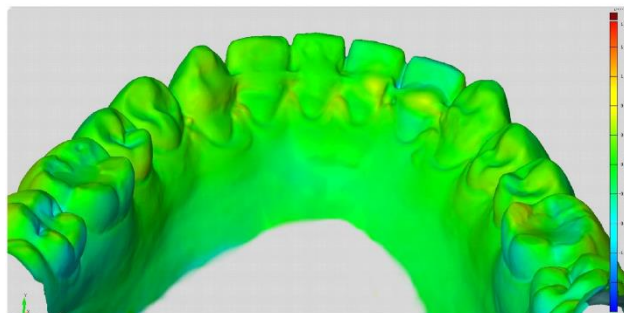


Figure 8d. Lingual surface perspective

**Rycina 17.** Porównanie położenia zębów w żuchwie po trzech miesiącach obserwacji w oprogramowaniu GOM Inspect (perspektywa obserwacji przestawiona od prawej strony, od lewej strony, od powierzchni policzkowej zębów, od powierzchni językowej zębów)

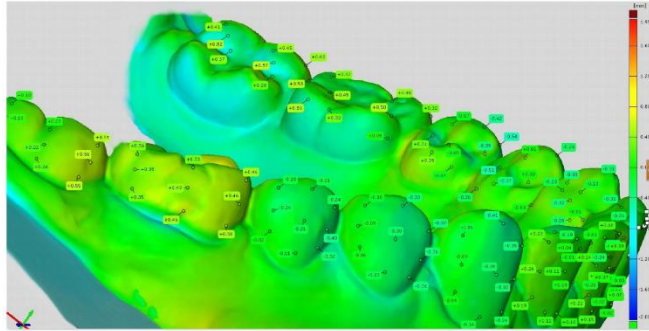


Figure 9 a. Right side perspective

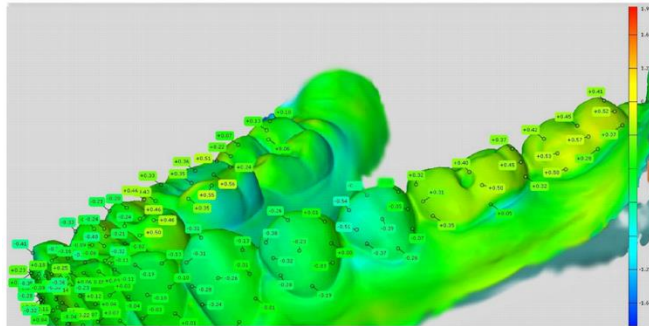


Figure 9 b. Left side surface

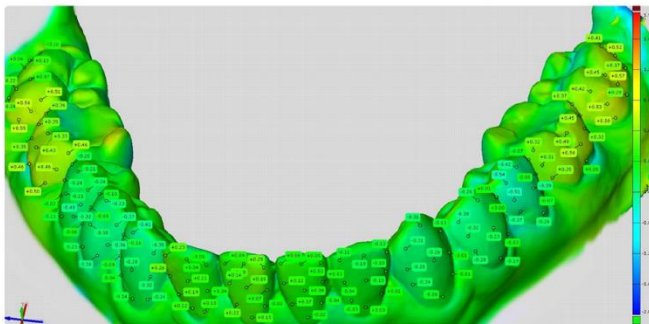


Figure 9 c. Buccal surface perspective

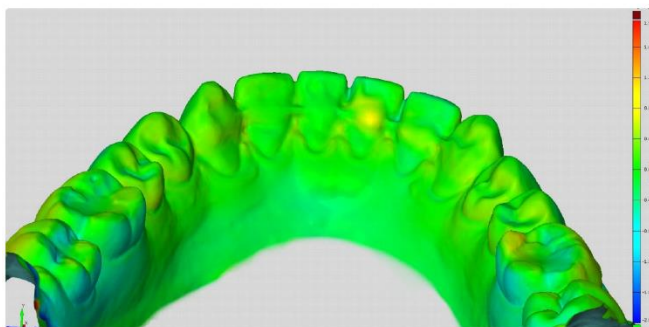


Figure 9 d. Lingual surface perspective

**Rycina 18.** Porównanie położenia zębów w żuchwie po sześciu miesiącach obserwacji w oprogramowaniu GOM Inspect (perspektywa obserwacji przestawiona od prawej strony, od lewej strony, od powierzchni policzkowej zębów, od powierzchni językowej zębów)

Można zaobserwować, że w tym przypadku górne zęby trzonowe powróciły do mezjotacji, a dolne lekko wyprostowały się z nachylenia językowego.

#### 5.3.4. Analiza porównawcza ruchu zębów w przedziałach czasowych

Wartości ruchu zębów wykazywały wysoce istotne odchylenia od rozkładu normalnego ( $p < 0,001$  w teście normalności Shapiro-Wilka we wszystkich przypadkach).

Stwierdzono istotne statystycznie różnice pomiędzy okresami: T0-T1, T0-T2, T0-T3 (test Kruskala-Wallisa) w ruchu wszystkich zębów z wyjątkiem siekaczy przyśrodkowych dolnych (Tabela 13).

Ruch zębów we wszystkich grupach anatomicznych z wyjątkiem siekaczy przyśrodkowych dolnych był większy między T0-T1 (w pierwszym miesiącu) niż między T2-T3 (trzy i sześć miesięcy retencji) - różnica była istotna statystycznie w 13 z 14 grup zębów (zgodnie z testem sumy rang Wilcoxon z poprawkami Bonferroni dla testów wielokrotnych).

**Tabela 13.** Wyniki testu sumy rang Wilcoxona dla bezwzględnej wartości przemieszczenia. Porównania z różnicą istotną statystycznie oznaczono pogrubioną czcionką.

vs	T0-T1	T0-T2	T0-T1	T0-T2	T0-T1	T0-T2	T0-T1	T0-T2	T0-T1	T0-T2	T0-T1	T0-T2	T0-T1	T0-T2	vs
	Siekacze						Pierwsze zęby		Drugie zęby						
	przyśrodkowe		Siekacze				przedtrzonowe		przedtrzonowe		Pierwsze zęby		Drugie zęby		
	górne		boczne górne		Kły górne		górne		górne		trzonowe górne		trzonowe górne		
<b>T0-T2</b>	0.068		0.381		0.161		>0.999		0.089		<b>0.002</b>		<b>0.003</b>		<b>T0-T2</b>
<b>T0-T3</b>	<b>&lt;0.001</b>	0.248	<b>&lt;0.001</b>	0.082	<b>0.004</b>	0.986	<b>0.002</b>	<b>0.027</b>	<b>0.004</b>	0.723	<b>0.004</b>	>0.999	<b>0.013</b>	>0.999	<b>T0-T3</b>
	Siekacze						Pierwsze zęby		Drugie zęby						
	przyśrodkowe		Siekacze				przedtrzonowe		przedtrzonowe		Pierwsze zęby		Drugie zęby		
	dolne		boczne dolne		Kły dolne		dolne		dolne		trzonowe dolne		trzonowe dolne		
<b>T0-T2</b>	0.993		0.087		<b>0.015</b>		<0.001		<0.001		<b>0.02</b>		>0.999		<b>T0-T2</b>
<b>T0-T3</b>	0.497	>0.999	<b>0.035</b>	>0.999	<b>0.002</b>	>0.999	<b>&lt;0.001</b>	0.912	<b>&lt;0.001</b>	>0.999	<b>&lt;0.001</b>	0.597	<b>0.042</b>	0.201	<b>T0-T3</b>

4.3.5. Analiza średnich mikroprzesunięć zębów w grupach zębów przednich górnych, zębów przednich dolnych, zębów przedtrzonowych górnych, zębów przedtrzonowych dolnych, zębów trzonowych górnych i zębów trzonowych dolnych.

Rozkład średnich zmian położenia punktów referencyjnych w podgrupach zębów przedstawiono w tabeli 14.

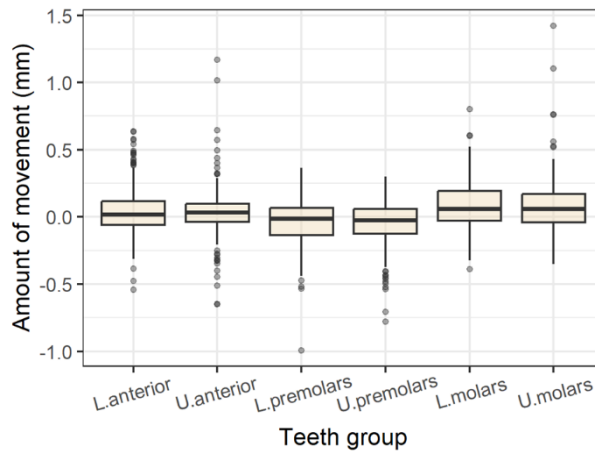
**Tabela 14.** Rozkład przemieszczenia w każdej grupie zębów.

Średnie przemieszczenie punktów referencyjnych na	Czas obserwacji	Liczba	Min	Q1	Mediana	Q3	Max	Średnia	SD
Zęby przednie dolne (L. anterior)	1 miesiąc	396	-0.47	-0.047	0.008	0.062	0.56	0.011	0.117
	3 miesiące	396	-0.55	-0.054	0.009	0.077	0.55	0.02	0.143
	6 miesięcy	396	-0.54	-0.061	0.015	0.115	0.63	0.034	0.165
Zęby przednie górne (U. anterior)	1 miesiąc	396	-0.31	-0.037	0.019	0.07	1.14	0.026	0.12
	3 miesiące	396	-0.38	-0.038	0.031	0.097	1.23	0.038	0.146
	6 miesięcy	396	-0.65	-0.037	0.032	0.099	1.17	0.034	0.159
Zęby przedtrzonowe dolne (L. premolars)	1 miesiąc	264	-0.41	-0.106	0.001	0.054	0.31	-0.023	0.121
	3 miesiące	264	-0.86	-0.112	-0.013	0.061	0.42	-0.029	0.145
	6 miesięcy	264	-0.99	-0.138	-0.012	0.066	0.36	-0.041	0.175
Zęby przedtrzonowe górne (U. premolars)	1 miesiąc	264	-0.38	-0.079	-0.002	0.055	0.25	-0.015	0.106
	3 miesiące	264	-0.54	-0.115	-0.019	0.054	0.41	-0.034	0.141
	6 miesięcy	264	-0.78	-0.123	-0.025	0.06	0.30	-0.045	0.166
Zęby trzonowe dolne (L. molars)	1 miesiąc	264	-0.41	-0.059	0.031	0.11	0.58	0.03	0.142
	3 miesiące	264	-0.26	-0.04	0.063	0.167	0.71	0.075	0.168
	6 miesięcy	264	-0.39	-0.028	0.061	0.194	0.8	0.086	0.178

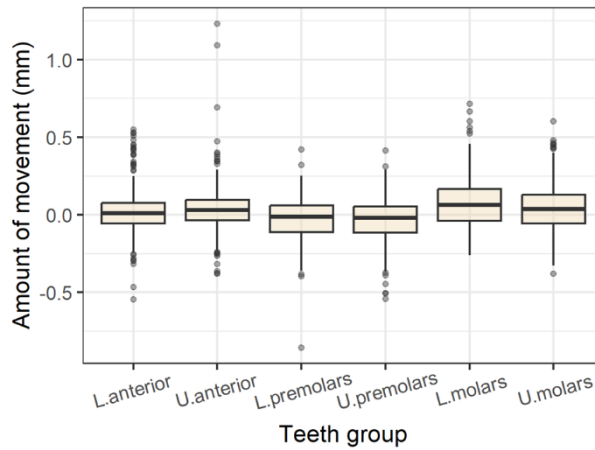


Zęby trzonowe górne (U. molars)	1 miesiąc	264	-0.39	- 0.059	0.027	0.112	0.45	0.026	0.134
	3 miesiące	264	-0.38	- 0.055	0.037	0.131	0.60	0.045	0.162
	6 miesięcy	264	-0.35	- 0.041	0.059	0.169	1.42	0.077	0.199

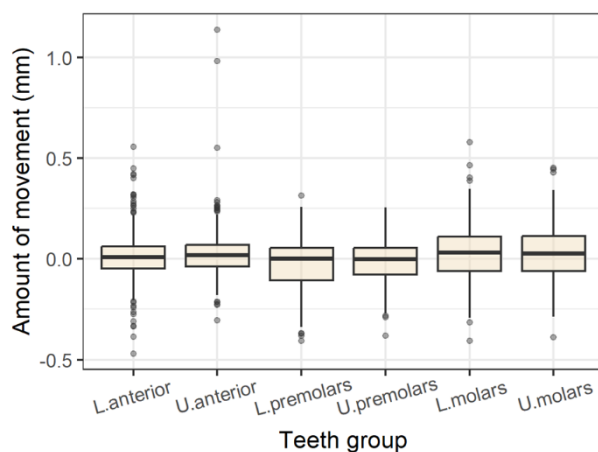
Rozkłady przemieszczeń zębów (ryc. 19, 20, 21) w całym okresie obserwacji wykazywały wysoce istotne odchylenia od rozkładu normalnego ( $p < 0,001$  w teście normalności Shapiro-Wilka w 14 przypadkach na 18).



Rycina 19. – Rozkład przemieszczeń podczas pierwszego miesiąca



Rycina 20. – Rozkład przemieszczeń podczas pierwszych trzech miesięcy



Rycina 21. – Rozkład przemieszczeń podczas sześciu miesięcy

Największy średni zakres przemieszczeń w okresie obserwacji stwierdzono w grupie zębów trzonowych dolnych (0,086 mm), następnie zębów trzonowych górnych (0,077 mm) i zębów przedtrzonowych górnych (0,045 mm), a najmniejszy - w grupie zębów przednich górnych i dolnych (0,034 mm). Pomiedzy okresami T0 i T1 największy zakres przemieszczeń stwierdzono w grupie zębów trzonowych górnych i dolnych, a najmniejszy - w grupie zębów przedtrzonowych górnych. Po trzech miesiącach retencji (T2) największy zakres przemieszczeń zaobserwowano w grupie zębów przednich górnych, zębów trzonowych górnych i dolnych. Utrzymał się on na podobnym poziomie po 6 miesiącach obserwacji (T3). Grupami zębów, które przemieszczały się najbardziej językowo i/lub intruzyjnie (ujemne wartości pomiarowe) były zęby przedtrzonowe górne i dolne, natomiast poza łuk zębowy - zęby trzonowe w obu łukach oraz zęby przednie górne. Maksymalny zakres ruchu zębów między okresami T0 a T3 (1,77 mm) zaobserwowano w zakresie drugich zębów trzonowych dolnych. Należy jednak stwierdzić, że wartości mediany we wszystkich grupach zębów były poniżej 0,2 mm. Ponownie, wartości mediany przemieszczeń punktów zmniejszały się wraz z upływem czasu we wszystkich grupach zębów.

Ogólne tendencje przemieszczeń w każdej grupie przedstawiono na histogramach na rycinie 8. Tabela 4. przedstawia bezpośrednie porównania wielkości przemieszczeń między grupami zębów przy użyciu testu sumy rang Wilcozona z korektą Bonferroniego dla testów wielokrotnych. Test Kruskala-Wallisa potwierdził istotną różnicę między grupami w medianach w T1, T2, T3 ( $\chi^2[5]=34,51, 89,02, 11,39$  odpowiednio,  $p<0,001$  we wszystkich 3 przypadkach). Liczba znaczących różnic między grupami wzrasta wraz z upływem czasu. Różnice pomiędzy parami grup zębów istotne statystycznie na wcześniejszym etapie (T1) pozostają istotne statystycznie na późniejszych etapach obserwacji (T2, T3).

**Tabela 15.** Wyniki testu sumy rang Wilcoxona w T1, T2, T3. Porównania z różnicą istotną statystycznie oznaczono pogrubioną czcionką.

vs	Zęby przednie dolne	Zęby przednie górne	Zęby przedtrzonowe dolne	Zęby przedtrzonowe górne	Zęby trzonowe dolne
<b>T1</b>					
Zęby przednie górne	>0.999				
Zęby przedtrzonowe dolne	0.105	<b>&lt;0.001</b>			
Zęby przedtrzonowe górne	0.609	<b>0.005</b>	>0.999		
Zęby trzonowe dolne	>0.999	>0.999	<b>0.001</b>	<b>0.008</b>	
Zęby trzonowe górne	>0.999	>0.999	<b>0.002</b>	<b>0.01</b>	>0.999
<b>T2</b>					
Zęby przednie górne	0.23				
Zęby przedtrzonowe dolne	<b>0.022</b>	<b>&lt;0.001</b>			
Zęby przedtrzonowe górne	<b>0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>	>0.999		
Zęby trzonowe dolne	<b>&lt;0.001</b>	0.074	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>	
Zęby trzonowe górne	0.405	>0.999	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>	0.931
<b>T3</b>					
Zęby przednie górne	>0.999				
Zęby przedtrzonowe dolne	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>			

Zęby przedtrzonowe					
górne	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>			>0.999
Zęby trzonowe					
dolne	<b>0.001</b>	<b>0.005</b>	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>	
Zęby trzonowe					
górne	<b>0.024</b>	0.05	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>	>0.999

Najbardziej stabilną grupą były zęby przednie dolne. Najbardziej niestabilną grupą były zęby trzonowe dolne, następnie zęby trzonowe górne, zęby przednie górne, zęby przedtrzonowe górne i zęby przedtrzonowe dolne.

#### 4.3.6. Mikroprzesunięcia w obrębie poszczególnych grup zębów w kolejnych okresach obserwacji

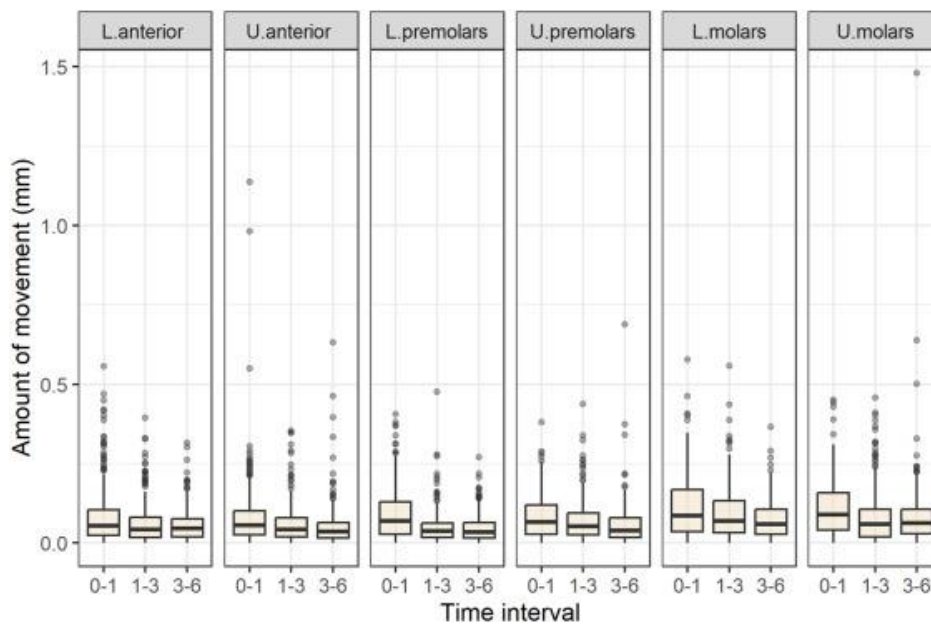
Rozkłady wielkości przemieszczeń zębów w obrębie poszczególnych ich grup wykazują wysoce istotne odchylenia od rozkładu normalnego ( $p < 0,001$  w teście normalności Shapiro-Wilka w każdej z 18 grup). Dla wszystkich grup zębów stwierdzono istotną różnicę pomiędzy medianami przemieszczeń zębów pomiędzy poszczególnymi okresami obserwacyjnymi (test Kruskala-Wallisa).

Wyniki dotyczące różnic pomiędzy poszczególnymi parami okresów obserwacyjnych przedstawia tabela 16. i rycina 22. Przemieszczenie zębów było większe między T0-T1, różnica była istotna statystycznie we wszystkich 6 grupach zębów w porównaniu do okresu T2-T3 oraz dla 4 z 6 grup w porównaniu do T1-T2. Należy podkreślić, że T0-T1 to najkrótszy okres obserwacji. Wskazuje to, że większość przemieszczeń zębów występuje w ciągu pierwszych trzech miesięcy retencji (rycina 21.). Odnosząc się do grup zębów, dla wszystkich grup z istotnymi statystycznie przemieszczeniami, przemieszczenia w pierwszym miesiącu (T0-T1) były większe niż w okresie między trzecim a szóstym miesiącem (T2-T3). W zakresie pierwszych zębów trzonowych górnych, kłów dolnych i pierwszych zębów trzonowych dolnych przemieszczenia były nawet większe niż w okresie pierwszych trzech miesięcy (T0-T2). W zakresie pierwszych zębów przedtrzonowych górnych były one najbardziej intensywne między pierwszym a trzecim miesiącem (T0-T2). Tak więc największe przemieszczenia zębów występowały w ciągu pierwszych trzech miesięcy retencji (zwłaszcza w pierwszym miesiącu), a następnie znacznie się zmniejszyły. Co zaskakujące, wartości mediany przemieszczeń punktów zmniejszały się wraz z upływem czasu w zakresie wszystkich grup zębów, co oznacza, że zęby początkowo przesuwają się, a następnie częściowo wracają do pierwotnych pozycji.

**Tabela 16.** Wyniki testu sumy rang Wilcoxona dla bezwzględnej wartości przemieszczenia. Porównania z różnicą istotną statystycznie oznaczono pogrubioną czcionką.

vs	T0-T1	T0-T2	T0-T1	T0-T2	T0-T1	T0-T2
Zęby						
Zęby przednie górne			Zęby przedtrzonowe górne		Zęby trzonowe górne	
T0-T2	<b>0.002</b>		0.102		<b>&lt;0.001</b>	
T0-T3	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.009</b>	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.02</b>	<b>&lt;0.001</b>	0.756
Zęby						
Zęby przednie dolne			Zęby przedtrzonowe dolne		Zęby trzonowe dolne	
T0-T2	<b>0.002</b>		<b>&lt;0.001</b>		0.056	
T0-T3	<b>&lt;0.001</b>	>0.999	<b>&lt;0.001</b>	>0.999	<b>&lt;0.001</b>	0.097

Na rycinie 22. przedstawiono rozkład bezwzględnych wartości przemieszczenia w kolejnych okresach dla poszczególnych grup zębów.



**Rycina 22.** Rozkład bezwzględnych wartości przemieszczenia w kolejnych okresach dla poszczególnych grup zębów.

## 6. Dyskusja

### 6.1. Dyskusja dotycząca przeglądu systematycznego

Przeprowadzony przegląd systematyczny miał na celu przedstawienie, przy użyciu zarówno jakościowej, jak i ilościowej syntezy informacji dowodów naukowych na temat możliwych czynników wpływających na trwałość stałych retainerów ortodontycznych.

Okres obserwacji w badaniach RCT wahał się od 6 miesięcy w badaniu Lee i Mills [68] do 24 miesięcy w badaniu Sobouti i wsp. [67], a we wszystkich badaniach RCT pacjenci byli kontrolowani co miesiąc podczas fazy obserwacji. W badaniach kohortowych okres obserwacji trwał od czterdziestu miesięcy do piętnastu lat, podczas gdy w badaniach kliniczno-kontrolnych wynosił od sześciu miesięcy do dwóch lat z różną częstotliwością badań kontrolnych. „Awarie” retencji stałej występują głównie w ciągu 2 lat po założeniu retainera [70], a szczególnie często w okresie pierwszych trzech miesięcy [53,62,69]. Jeśli pierwsza kontrola retainera odbywa się po 6 miesiącach stwierdza się je najczęściej w ciągu pierwszych 6 miesięcy [71]. Zgodnie z piśmiennictwem, uszkodzenie stałego retainera może wynikać z oderwania się drutu od materiału kompozytowego, utraty połączenia między materiałem kompozytowym a szkliwem, deformacji drutu w tym jego rozkręcenia się (druty okrągłe) [75] lub pęknięcia drutu na powierzchni stykowej [76]. Kluczowymi czynnikami wpływającymi na pomyślne utrzymanie retainera są: czysta powierzchnia szkliva podczas klejenia, suche pole zabiegowe i - w łuku górnym - unikanie kontaktów zgryzowych z zębami dolnymi [77]. Niniejsze badanie dowodzi, że przerwanie połączenia między materiałem kompozytowym a szkliwem jest bardzo ważną przyczyną „awarii”. Z drugiej strony, przerwanie połączenia między drutem a materiałem kompozytowym lub deformacja drutu nie są powszechnymi przyczynami awarii retencji stałej. To samo dotyczy rozkręcania się drutu. Dowody naukowe dotyczące rozkręcania się drutu retencyjnego opublikowane są w formie opisów przypadków [75,78] i badań in-vitro [79,80], przez co ten rodzaj „awarii” nie został opisany w żadnym z badań spełniających kryteria włączenia do przeglądu systematycznego. Oczywiście jest zatem, że należy podjąć maksymalne wysiłki w celu udoskonalenia procedury klejenia. Niniejsze badanie potwierdziło znaczenie umiejętności personelu dla trwałości retainera stałego. Ponadto, zastosowanie systemu wiążącego okazało się poprawiać skuteczność procedury klejenia. Z treści włączonych badań badania wynika, że przerwanie ciągłości drutu retainerów należy uznać za istotny, jednak nie najważniejszy czynnik prowadzący do awarii. Odmienne wnioski odnoszą się do retainerów z włókna szklanego, które mają raczej tendencję do pęknięcia niż do odklejania się. We włączonych badaniach nie stwierdzono wyraźnego wpływu rodzaju zastosowanego drutu (drut stalowy, niklowotytanowy) na stan przyzębia pacjenta [56,63,64].

W piśmiennictwie nie znaleziono doniesień dowodzących szkodliwego wpływu obecności drutu retencyjnego na stan przyzębia. Stwierdzono jedynie większą częstość występowania zapalenia przyzębia u pacjentów ze stałymi retainerami z włókna szklanego [81,82,83]. Ponadto, przyklejenie retainera bliżej brzegu siecznego lub bardziej przydziąsłowo również nie miało wpływu na występowanie dolegliwości ze strony tkanek przyzębia [84]. Najważniejszym czynnikiem wpływającym na reakcję zapalną ze strony tkanek przyzębia jest obecność biofilmu, kamienia nazębnego, a zatem związane z tym: świadomość pacjenta i codzienna higiena, czyli czynniki, które zawsze będą prezentować się lepiej w warunkach badań klinicznych niż u pacjentów, którzy nie są poddawani szczegółowej częstej kontroli [81].

Przyklejenie materiału kompozytowego do szkliwa okazało się kluczowe dla powodzenia trwałej retencji. Oczywiście jest, że na siłę wiązania ma wpływ procedura wytrawiania [85,86]. We włączonych badaniach deklarowane czasy wytrawiania szkliwa wahały się od 15 s do 60 s, przy czym najczęściej szkliwo wytrawiano przez 30 s. Ponadto, stosowano kwas fosforowy o różnych stężeniach, od 32% do 37%. W żadnym z włączonych badań nie podano szczegółowego opisu czasu płukania szkliwa po wytrawianiu, większość autorów podaje, że wytrawiacz został "dokładnie wypłukany". Ewentualny wpływ czasu wytrawiania lub płukania na odklejenie się retainerów może być przedmiotem przyszłych badań, poszerzających istniejącą wiedzę i pozwalających na opracowanie zaleceń klinicznych. Zjawiskiem, które w największym stopniu wpływa na poziom ryzyka stroniczości w randomizowanych badaniach klinicznych, jest natura samego procesu. Niemożliwe jest „zaślepienie” personelu lub pacjenta. Obydwie te osoby są świadome przeprowadzanej procedury przyklejania retainera stałego. Szczególnie dotyczy to badań oceniających satysfakcję pacjenta, gdyż sam pacjent był w stanie odróżnić retainer z włókna szklanego lub retainer projektowany i wytwarzany cyfrowo (CAD/CAM) od standardowego retainera ze względu na jego wygląd lub sposób zakładania. Większość analizowanych w przeglądzie systematycznym badań RCT nie zapewniała również obiektywnej oceny wyników zastosowanych rozwiązań przez innego badacza niż ten, który był zaangażowany w przyklejanie retencji. Rozwiązanie to można byłoby wdrożyć w prosty sposób, a z pewnością zmniejszyłoby to poziom ryzyka stroniczości. W analizie metodyki większości badań nie stwierdzono problemów z wprowadzeniem i opisaniem procesów randomizacji i przydziału w doborze pacjentów do grup badanych, jak również w prezentacji wyników. Tylko w kilku badaniach stwierdzono możliwe ryzyko selektywnego raportowania [54,56,60,61,62]. Należy jednak podkreślić, że istniały inne rodzaje ryzyka stroniczości. Do najbardziej powszechnych należały: stosowanie różnych środków pomocniczych (żywic, materiałów kompozytowych) do przyklejania retainerów w różnych grupach badanych [53,55] oraz włączanie do badania pacjentów w okresie wzrostu (poniżej 18. roku życia). Wzrost twarzy wpływa na pozycje zębów, dlatego włączenie osób z niezakończonym

wzrostem do grup badanych mogło znacząco wpłynąć na wyniki niektórych badań [59,60,62,64,67]. Zmiany pozycji zębów wynikające z procesów starzenia się występują u wszystkich osób, niezależnie od historii leczenia ortodontycznego. W większości badań włączonych do przeglądu Schuberta i wsp. [87] młodzi pacjenci wykazywali większe zmiany pozycji zębów w pierwszej fazie leczenia i wyższe poziomy cytokin w szczelinie dziąsłowej podczas leczenia ortodontycznego.

Badania kliniczno-kontrolne nie charakteryzowały się wysokim poziomem ryzyka stronniczości, jednak w obu włączonych artykułach kryteria włączenia pacjentów do badania nie były odpowiednio opisane [68,69]. Pojawiają się wątpliwości co do reprezentatywności grup badanych, a tym samym przystawalności wyników badania do populacji ogólnej. Lee i Millis [68] czasami zmieniali procedurę przyklejenia retainerów u niedokładnie określonej liczby pacjentów, co mogło mieć wpływ na ich wyniki.

Dwa z włączonych badań kohortowych były obarczone największym ryzykiem stronniczości ze wszystkich artykułów włączonych do przeglądu. W badaniach Renkema i wsp. [70] oraz Farronato i wsp. [71] istniała tylko jedna kohorta, która była oceniana w odniesieniu do różnych czynników osobniczych. Ponadto Farronato i wsp. [71] nie przedstawili odpowiednich kryteriów włączenia do kohorty. Z kolei badanie kohortowe autorów Kocher i wsp. [72] zostało zaprojektowane, przeprowadzone i opisane w sposób modelowy dla tego typu badań.

Niniejszy przegląd systematyczny ma pewne ograniczenia. Po pierwsze, badanie jest ograniczone heterogenicznością struktury pomiędzy włączonymi badaniami, różnymi rodzajami stosowanego drutu, różnymi rodzajami pomiarów składających się na wyniki i różnymi czynnikami, na których koncentrowały się poszczególne badania, nie analizując problemu w sposób bardziej przekrojowy. Kolejnym ograniczeniem tego przeglądu systematycznego jest zróżnicowany okres obserwacji i różna częstotliwość badań kontrolnych we włączonych pracach naukowych. Zdecydowana większość pacjentów zgłaszała się na wizyty kontrolne co miesiąc. Istnieją jednak badania, w których stan retencji badano „co kilka miesięcy”, co 6 miesięcy lub nawet co roku. Na podstawie wyników obserwacji z comiesięcznych badań można wnioskować, że tak rzadkie badanie może nie pozwolić na zauważenie zmian zachodzących w jamie ustnej na początku fazy retencyjnej leczenia ortodontycznego. W metaanalizie, jako współczynnik niepowodzeń wprowadzono łącznie złamanie drutu lub włókna szklanego i odklejenie się retainera. Złamanie jest spowodowane sztywnością materiału, a odklejenie się - jest związane z jego elastycznością. Oba te rodzaje uszkodzeń są zależne od materiału, zatem za rozsądne uznano umieszczenie ich w jednej zbiorczej grupie. Retainery z włókna szklanego częściej ulegały złamaniu, podczas gdy retainery plecione z elastycznych drutów stalowych częściej ulegały odklejeniu [55, 59, 62, 72]. Okrągły drut TMA (stop tytanowo-molibdenowy) 0,027" oraz pleciony drut stalowy o wymiarach 0,016" × 0,022" w



większości przypadków nie łamały się w ciągu 15 lat obserwacji, jednak druty ze stali nierdzewnej były bardziej podatne na odklejenie niż TMA [72]. Udowodniono, że pacjenci uważają retainery z włókna szklanego za bardziej estetyczne i wygodne niż retainery plecione z drutów stalowych [69]. Udowodniono, że przyklejanie pośrednie jest mniej czasochłonne. Dobór materiałów do przyklejania retainersów stałych również może mieć wpływ na efektywność kliniczną. Zauważono, że zastosowanie żywicy łączącej znacznie zmniejsza współczynnik awaryjności [58]. Pojedyncze badanie wykazało mniejszą liczbę niepowodzeń w przypadku kondensowalnego materiału kompozytowego Transbond XT w porównaniu z płynnym materiałem kompozytowym Filtek Supreme XTE [65].

## 5.2. Dyskusja dotycząca badania ankietowego

Badania własne wykazały, jakie zasady postępowania stosują polscy ortodonci w fazie retencyjnej leczenia ortodontycznego, jakie cechy, zdaniem polskich ortodontów, posiadają różne druty ortodontyczne oraz w jaki sposób ortodonci wykonują stałe retainery ortodontyczne. Wydaje się, że jeśli chodzi o materiały do przyklejania retencji stałej, polscy ortodonci ufają swoim umiejętnościom i kierują się zasadą "to działa w moich rękach – więc to jest najlepsze". Wydaje się to istotne z punktu widzenia rynku sprzedaży materiałów ortodontycznych.

### 5.2.1. Grupa badana

Oszacowanie wielkości próby badanej w niniejszym badaniu nie było możliwe z uwagi na wielość próbek analizę danych nieparametrycznych, obejmujących opinie polskich lekarzy praktyków, dotyczące stosowania różnych materiałów do wykonywania stałych aparatów retencyjnych. Według Naczelnej Rady Lekarskiej, w Polsce jest 1296 aktywnych zawodowo specjalistów w dziedzinie ortodoncji [73]. Tym samym, niniejsze badanie obejmujące 104 lekarzy, to jest 8% całej grupy można uznać za reprezentatywne dla wszystkich lekarzy specjalistów ortodontów (oraz przyszłych specjalistów ortodontów).

### 5.2.2. Schemat postępowania retencyjnego

Stwierdzenie, że prawie wszyscy respondenci, biorący udział w niniejszym badaniu, stosowali podwójną retencję - stałą i zdejmowaną, jest rozbieżne z wcześniejszymi doniesieniami z innych

krajów, w których lekarze stosujący podwójną retencję stanowili mniejszość ankietowanych. Większość lekarzy preferowała stosowanie wyłącznie aparatów retencyjnych zdejmowanych [9,10,11,14,17,18,88]. Dowody naukowe wskazują, że to aparaty retencyjne stałe zapewniają najlepszą stabilizację wyników aktywnego leczenia ortodontycznego [89], jednak, dopiero niedawno, ortodonci zaczęli deklorować rutynowe stosowanie aparatów retencyjnych stałych [11,88].

Stosowanie podwójnej retencji przez większość polskich lekarzy jest wyrazem dużej dbałości o utrzymanie efektów aktywnego leczenia. Stosowanie podwójnej retencji zyskuje na popularności również poza Europą, jednak nadal nie jest standardem postępowania [90]. Rodzaj retencji jest zwykle oparty na ocenie klinicznej danego przypadku i doświadczeniu lekarza [9,10,11,18]. Czynniki wpływające na ostateczną decyzję o rodzaju zastosowanej retencji obejmują higienę jamy ustnej, rodzaj pierwotnej wady zgryzu, stopień trudności leczenia aktywnego, stosowanie ekstrakcji podczas leczenia, zwłaszcza w szczęce [9,12,15,18]. Malezyjscy ortodonci nie uważają jednak, że stosowanie ekstrakcji powinno mieć wpływ na rodzaj stosowanej retencji [11]. Co ciekawe, Al-Moghrabi i wsp. [91] wskazali, że podwójna retencja była zalecana powszechnie, nawet jeśli niewiele było wiadomo o jej dodatkowych korzyściach i wymagała większej dbałości o higienę jamy ustnej. Istnieją jednak publikacje donoszące, że podwójna retencja przez dłuższy czas zauważalnie ogranicza zmianę pozycji zębów, zwłaszcza zębów przednich dolnych [92]. Trudno nie zauważyć, że brakuje wysokiej jakości klinicznych badań naukowych, zwłaszcza randomizowanych badań klinicznych lub badań kohortowych, co utrudnia przedstawienie zaleceń klinicznych opartych na dowodach naukowych.

Estetyka uzębienia jest jedną z kluczowych potrzeb pacjenta ortodontycznego, a wysokie wymagania estetyczne są powszechne [93,94]. Liczba pozwów sądowych przeciwko ortodontom dramatycznie wzrosła w ostatnich latach [95], dlatego racjonalne i ekonomicznie uzasadnione wydaje się wprowadzenie podwójnej retencji do codziennej praktyki w celu utrzymania pozycji zębów uzyskanych podczas aktywnej fazy leczenia. Często zaleca się jednoczesne stosowanie retainera stałego i szyny formowanej termicznie, ponieważ retainer stały utrzymuje pozycje zębów w odcinku przednim, jeśli pacjent nie nosi aparatu retencyjnego zdejmowanego. Szyna chroni pacjenta przed zmianą pozycji zębów bocznych (a także zębów przednich - w przypadku „awarii” retainera stałego). Fakt, że według respondentów, złoty łańcuszek odkleja się najrzadziej, może mieć niebagatelne znaczenie dla codziennej praktyki ortodontycznej.

Jeśli chodzi o czas trwania retencji, ponad 50% lekarzy zadeklarowało zalecanie swoim pacjentom retencji dożywotniej. Ten sposób postępowania jest podobny do opisanego w badaniach Pratt i wsp. [15] oraz Padmos i wsp. [96]. Z drugiej strony, dość wysoki odsetek lekarzy wybrał zróżnicowane okresy retencji: "co najmniej tak długo, jak aktywne leczenie", "co najmniej dwa razy dłużej niż aktywne leczenie" lub "co najmniej połowę aktywnego leczenia". Należy uwzględnić fakt,

że leczenie retencyjne wiąże się z kosztami, dyskomfortem i potencjalnymi skutkami jatrogennymi [97], a także wymaga od pacjenta współpracy [98]. Prawdopodobnie dlatego podejście indywidualne, zgodnie z zasadą "to zależy od przypadku", znalazło również odzwierciedlenie w niniejszym badaniu. W polskim podręczniku ortodoncji autorstwa Łabiszewskiej-Jaruzelskiej z 1984 r. znajduje się stwierdzenie, że po osiągnięciu planowanego ustawienia zębów, aparat stały powinien pozostawać pasywnie w jamie ustnej przez kilka miesięcy, a następnie powinien zostać zastąpiony aparatem zdejmowanym; nie podano jednak, jak długo powinna trwać faza retencyjna leczenia [99]. To stwierdzenie najwyraźniej wpłynęło na odpowiedzi w kwestionariuszu. Pojawiające się w odpowiedziach respondentów sformułowania: "co najmniej tak długo jak aktywne leczenie" i "co najmniej połowa aktywnego leczenia", opisujące długość okresu retencji, pochodzą z innego polskiego podręcznika ortodontycznego, "Zarys współczesnej ortodoncji", pod redakcją Karłowskiej, wydane w 2016 roku [100], który jest obecnie wykorzystywany w nauczaniu przed- i podyplomowym. Wspomniane zalecenia dotyczące czasu retencji nie odnoszą się do leczenia aparatami stałymi, lecz do przedłużonego stosowania aparatów czynnościowych po osiągnięciu pożądanego efektu leczenia. Żaden z dwóch podręczników nie zawiera cytatów źródeł jako podstawy naukowej zaleceń dotyczących retencji ortodontycznej. W najnowszym wydaniu podręcznika [100] wskazano, że faza retencji po leczeniu aparatami stałymi powinna trwać długo. Tym samym można przypuszczać, że niektórzy lekarze wybierają pewne schematy postępowania z powodu nieporozumienia. Zgodnie z dowodami naukowymi dotyczącymi stabilności wyników leczenia ortodontycznego, nawet po latach stosowania retencji, jej zarzucenie grozi pacjentowi zmianami pozycji zębów [101]. Jakakolwiek zmiana ustawienia zębów przednich może być nie do zaakceptowania przez pacjenta pod względem estetycznym.

Zalecanie pacjentom wizyt kontrolnych miesiąc po zdjęciu się aparatów stałych, następnie po 3 miesiącach, a potem co 6 miesięcy, zadeklarowane przez większość respondentów, wydaje się optymalne z punktu widzenia dowodów naukowych. Najczęściej wybierane odpowiedzi wskazywały, że lekarze wiedzą o potrzebie częstych kontroli w okresie pierwszych sześciu miesięcy [51]. Przeprowadzona niedawno metaanaliza [51] wykazała, że większość uszkodzeń aparatów retencyjnych stałych występuje w ciągu pierwszych 6 miesięcy po przyklejeniu retainera, zatem w tym okresie pacjent powinien być pod stałym nadzorem. Jednak prawie 30% lekarzy zadeklarowało zalecanie pierwszej wizyty ze stałym retainere dopiero po 3 miesiącach, a 17,3% - po 6 miesiącach. Takie podejście opiera się na ścisłej współpracy pacjenta i wizytach "awaryjnych" w przypadku uszkodzenia aparatu. Z drugiej strony, wcześniejsza pierwsza wizyta i częstsza kontrola mogą zapobiec powikłaniom związanym z awarią retainersów stałych. Podobne podejście kliniczne opisali w 2018 roku Padmos i wsp. [96]. Jednak w większości prac przeglądowych, dotyczących retencji

ortodontycznej [9-12,15-18], autorzy wskazywali na potrzebę częstszych wizyt kontrolnych (co najmniej czterech) w ciągu pierwszego roku. Dalsze monitorowanie retencji jest zwykle powierzane lekarzom stomatologom ogólnym, a nawet pozostawiane samokontroli pacjenta. Niemniej jednak wykazano, że pomimo prawidłowego przylegania retainerów w jamie ustnej, zwłaszcza w szczęce, dochodzi niekiedy do niepożądanych ruchów zębów [102]. Oznacza to, że gdyby pacjent był monitorowany przez ortodontę długoterminowo, to dzięki odpowiedniej dokumentacji, możliwe byłoby wcześniejsze wykrycie przemieszczeń. Dzięki temu ortodonta mógłby wprowadzić mniej kosztowne leczenie łagodnego nawrotu, na przykład w postaci kilku alignerów [103].

Zgodnie z opublikowanym niedawno przeglądem systematycznym [51], w obserwacji długoczasowej nie ma różnicy w częstości występowania uszkodzeń retainerów przyklejanych bezpośrednio i pośrednio. Przyklejanie pośrednie pozwala jednak zaoszczędzić czas spędzany przez lekarza przy fotelu [53]. Powodem, dla którego polscy ortodonta przyklejają retainery bezpośrednio, może być chęć uniknięcia kosztów laboratoryjnych. Interesującą nowością jest przyklejanie stałych retainerów ortodontycznych drukowanych w 3D [104].

### 5.2.3. Materiały stosowane do wykonywania stałych retainerów ortodontycznych

Znaleziono dwa badania ankietowe, w których pytano o rodzaj stosowanego drutu; oba badania zostały przeprowadzone przez tę samą grupę autorów [14,96]. Pytano jednak tylko o rodzaj wybranego drutu, a nie o powody takiego wyboru. Popularność materiałów opisanych w tych artykułach była podobna do odnotowanej w badaniu własnym. Najpopularniejsze okazały się: stalowy drut czworokątny, stalowy drut okrągły i złoty łańcuszek, podobnie jak wśród lekarzy polskich w badaniach własnych, gdzie również najpopularniejszy był stalowy drut czworokątny pleciony, a następnie: złoty łańcuszek i drut stalowy okrągły (różnica między dwoma ostatnimi jest nieistotna statystycznie).

Fakt, że ponad 50% lekarzy uważało, że mogą doskonale utrzymać wyniki aktywnego leczenia, może wskazywać, że praktykujący lekarze wierzą w skuteczność aparatów retencyjnych. Z drugiej strony prawie 50% zgodziło się, że utrzymanie idealnej pozycji zębów jest wyzwaniem. Prawdopodobnie, lekarze upatrują głównych przyczyn problemów z leczeniem retencyjnym we współpracy pacjentów, ponieważ ponad 50% zadeklarowało, że ich pacjenci nie współpracują podczas fazy retencyjnej leczenia.

Różnorodność drutów stosowanych do wykonywania retainerów stałych odzwierciedla brak klinicznych dowodów naukowych potwierdzających niższy współczynnik uszkodzeń któregośkolwiek z drutów [17,97]. W większości badań ankietowych zwracano uwagę na brak jasnych wytycznych

postępowania klinicznego i poszukiwano wskazówek, jaki rodzaj retencji należy stosować [15,17,20]. Brak naukowej wiedzy na temat retencji, okresu obserwacji i materiałów prowadzi do wyboru materiałów i schematów postępowania w oparciu o doświadczenie kliniczne.

Większość praktyków stosujących włókno szklane preferowała taśmę zamiast sznureczka. W literaturze nie znaleziono badań, które można by wykorzystać do porównania z wynikami badania ankietowego własnego, ponadto żadne dostępne badania nie donoszą o niższym współczynniku awarii taśmy w porównaniu do sznureczka. Taśma może jednak wymagać mniejszej przestrzeni okluzyjnej i dlatego jest wybierana częściej. Niedawne doniesienie wykazało, że retencja z włókna szklanego może być tak stabilna, jak ta uzyskana za pomocą drutów stalowych [105]. Jednakże, retencja z włókna szklanego jest bardziej wrażliwa na umiejętności operatora, a przy nieumiejętnym przyklejaniu współczynnik awarii może być znacznie wyższy [51]. Przykładowo, gdy żywica kompozytowa jest w pełni spolimeryzowana, wysokiej jakości paski włókien silniej łączą się ze sobą, a tym samym mogą znacznie zwiększyć wytrzymałość i trwałość retainera z włókna szklanego nawet o 300% w porównaniu z niedokładnie spolimeryzowanym materiałem [106].

Fakt, że najpopularniejszym rodzajem stosowanego drutu w badaniach własnych jest czworokątny drut pleciony ze stali nierdzewnej, ale prawie 36% lekarzy nie zna jego wymiarów, pozwala przypuszczać, że lekarze kupują popularne druty retencyjne i nie sprawdzają ich rozmiarów. Opinie, że pleciony drut ze stali nierdzewnej był łatwy do doginania i przyklejenia, rzadko odklejał się od zębów i zwykle prawidłowo utrzymywał pozycję zębów, są spójne z ustaleniami Arnolda i wsp. [107], którzy stwierdzili, że pleciony drut ze stali nierdzewnej o wymiarach  $0,016 \times 0,022$  cala jest odporny na skręcanie i powinien zastąpić wielożyłowe druty okrągłe. Stosowanie wielożyłowych drutów okrągłych zadeklarowało tylko 13% lekarzy. Pogląd, że retainer z drutu okrągłego jest trudny do doginania i przyklejania, częściej odkleja się od zębów, nie utrzymuje pozycji zębów w zadowalający sposób i łatwo ulega deformacji, znajduje potwierdzenie w doniesieniach na temat działań niepożądanych, w tym rozkręcania się drutu i torkowania zębów [75,108]. W żadnym znanym badaniu klinicznym nie opisano bezpośrednio efektywności klinicznej retainera w postaci złotego łańcuszka, jednak w badaniu własnym, lekarze stosujący złote łańcuszki byli najbardziej przekonani do wybranego przez siebie materiału i najbardziej negatywnie oceniali pozostałe rodzaje drutu. Porównanie proporcji w odpowiedziach pokazało, że według respondentów - to złoty łańcuszek najlepiej utrzymuje pozycję zębów. Jest to częściowo sprzeczne z sugestiami z badania *in vitro*, które wskazało, że stalowy łańcuszek tej samej marki jest sztywniejszy niż złoty łańcuszek. Złoty łańcuszek ma najniższą sztywność zginania i skręcania, co może stwarzać zagrożenie dla stabilności drutu przy długotrwałej obecności w jamie [109].

#### 5.2.4. Ograniczenia badania ankietowego

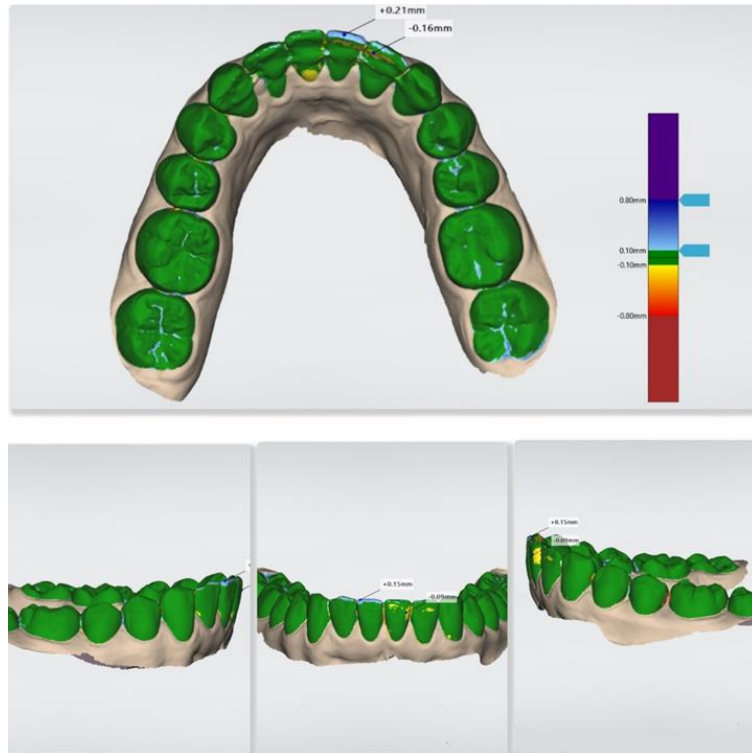
Ograniczenie niniejszego badania mogą być związane z faktem, że wartość  $p$  wskazuje różnice pomiędzy lekarzami w badanej grupie, ale nie wykazuje bezpośredniej przyczynowości w doborze konkretnych odpowiedzi. Analiza przyczynowości nie była jednak celem badania. Zamiarem było znalezienie przyczyn, dla których lekarze praktycy wybierają dany materiał do wykonywania retencji stałej w codziennej praktyce klinicznej.

#### 5.3. Dyskusja dotyczącego randomizowanego prospektywnego badania klinicznego

Aktywne leczenie ortodontyczne jest krótkim epizodem w życiu pacjenta w porównaniu z utrzymywaniem wyniku leczenia. Decyzja o przeanalizowaniu przemieszczenia punktów referencyjnych po 1, 3 i 6 miesiącach retencji była oparta na ważnej dla pacjenta kwestii utrzymania wyniku leczenia (T0). Nałożenie siatki punktów na każdy ząb pozwoliło na precyzyjną analizę 3D stabilności pozycji zębów. Dokładność skanerów wewnątrzustnych obecnej generacji wynosi  $\sim 12 \mu\text{m}$  [110]. W przypadku skanowania modeli występuje skumulowany błąd, wynikający z dodania błędów dokładności materiału wyciskowego, odlewu gipsowego i błędów skanera [111]. Tym samym właściwa wydaje się analiza oparta na plikach „mesh” uzyskanych za pomocą bezpośredniego skanowania zębów w jamie ustnej pacjenta.

Przedstawione badanie własne jest pierwszą próbą kliniczną, z wykorzystaniem specjalnego oprogramowania do szybkiego nakładania na siebie skanów wewnątrzustnych, w celu klinicznego monitorowania ruchu zębów w gabinecie podczas fazy retencyjnej leczenia ortodontycznego w celu komunikacji z pacjentem. Podczas każdej wizyty skan był nakładany na skan wykonany w dniu zdjęcia stałych aparatów ortodontycznych. Skaner 3Shape Trios 4 umożliwił szybkie nałożenie skanów przy użyciu algorytmu najlepszego dopasowania w aplikacji Patient Monitoring, będącej częścią oprogramowania 3Shape Shell. Obserwacja (wraz z pacjentem) zmiany (lub braku zmiany) pozycji zębów na ekranie skanera angażowała pacjenta w wizytę kontrolną i potencjalnie ułatwiała współpracę (ryc. 23).





**Rycina 23.** Zrzut ekranu aplikacji 3Shape Trios u jednego z pacjentów na drugiej wizycie kontrolnej (T2)

Interaktywność badania i samoświadomość pacjenta są ważnymi czynnikami wpływającymi na współpracę w fazie retencyjnej leczenia ortodontycznego [112,113]. Adel i wsp. [114,115] niedawno udowodnili, że skaner 3Shape jest wystarczająco dokładny do nakładania modeli szczęki i żuchwy. Odnosząc się do iTero Timelapse, autorzy nie znaleźli żadnych dowodów naukowych dotyczących skuteczności klinicznej nakładania modeli 3D. Jedynym dostępnym dowodem odnoszącym się do oprogramowania Align jest niedawne badanie Li i wsp. [116], którzy stwierdzili, że iTero Progress Assessment prawidłowo analizuje modele. Jednak analiza przemieszczenia zębów przez to oprogramowanie wiązała się z pewnymi błędami w obliczeniach.

Fakt, że u trzech pacjentów wykryto częściową utratę materiału kompozytowego (niewidoczną gołym okiem) na nałożeniu skanów podczas wizyty wskazuje, że uszkodzenia retainerów stałych mogą być związane z częściową utratą materiału do ich przyklejania; jednak w badaniu własnym nie przeprowadzono analizy integralności kompozytu. Minimalne przemieszczenie zęba w stosunku do innych zębów z tej samej grupy (widoczne na ekranie) sprawiło, że autor sprawdził ponownie wyspę kompozytową za pomocą zgłębnika, a w miejscach, gdzie na skanie doszło do utraty kompozytu, uzupełnił go. Tym samym możliwa była wcześniejsza interwencja, gdy retainer był jeszcze przymocowany do zęba (ryc. 22).

W badaniu własnym nie analizowano zmian kontaktów okluzyjnych podczas retencji. Lyotard i wsp. wykazali, że kontakty okluzyjne mają tendencję do poprawy i stabilizacji po zaprzestaniu aktywnego leczenia ortodontycznego [117], czego potwierdzeniem może być, stwierdzona w badaniu własnym, wysoka aktywność zębów trzonowych, zęby przednich górnych oraz zębów przedtrzonowych dolnych. Osiadanie jest bardzo ważnym czynnikiem powodującym przemieszczenie zębów, co potwierdzają Al-Dboush i wsp., którzy stwierdzili poprawę kontaktów okluzyjnych na początku ortodontycznego leczenia retencyjnego, szczególnie w ciągu pierwszych trzech miesięcy [118].

Wyniki niniejszego badania mogą wskazywać, że szyny formowane próżniowo stosowane jako aparaty retencyjne zdejmowane nie zapobiegają osiadaniu zgryzu, widocznemu jako trójwymiarowa korekta zgryzu, a nie tylko jako ekstruzja. Odkrycie to jest zgodne z wynikami badań Kim i wsp., według których szyny formowane próżniowo nie zaburzą poprawy kontaktów okluzyjnych [119]. Jest to możliwe, gdyż termoplastyczny materiał szyn może z czasem ulegać deformacji pod wpływem sił wywieranych przez mięśnie [120]. Fakt, że siekacze przyśrodkowe dolne były względnie stabilne (ponieważ ich ruch został uznany za nieistotny statystycznie) był prawdopodobnie spowodowany obecnością stałego retainera przyklejonego od kła do kła.

Kučera i wsp. wykazali, że wprowadzenie stałej retencji zmniejsza ruchomość zębów po zdjęciu aparatów stałych analizowaną za pomocą Periotestu [121]. Knaup i wsp. wskazali, że utrzymanie położenia zębów przednich jest bardziej skuteczne, gdy stosuje się jednocześnie retainer stały i aparat Hawleya [74]. Jednak według Demir i wsp. skuteczność retainersów Essix (szyn formowanych próżniowo) i Hawleya wydaje się podobna [122]. Ostatnie badanie obejmujące pojedynczy protokół retencji (z formowanymi próżniowo aparatami retencyjnymi zdejmowanymi) wykazało, że całodobowe noszenie aparatu retencyjnego zdejmowanego zapewniało lepszą stabilność wyników leczenia niż wyłączne noszenie retainera stałego [123]. Wyniki tego badania potwierdzają ustalenia Garcia-Nunez i wsp. [123], że pewna liczba nawrotów jest nieunikniona. Nie znaleziono żadnego innego zarejestrowanego ani opublikowanego badania, które oceniałoby trójwymiarowo ruch zębów w obu łukach zębowych podczas retencji ortodontycznej.

Rezygnacja pacjentów z leczenia w trakcie badania klinicznego (33% pacjentów odmówiło współpracy w ciągu pierwszych 6 miesięcy) odzwierciedla słabą współpracę w fazie retencji, co jest spójne z badaniem ankietowym własnym [124], w którym ortodonci zgłaszali słabą współpracę pacjentów podczas retencji. Na początku aktywnego leczenia ortodontycznego pacjent powinien zostać poinformowany, że powodzenie leczenia zależy od dobrej współpracy i nie kończy się wraz z aktywną fazą leczenia [125]. Archetyp współpracy powinien być jak najbardziej zorientowany na



pacjenta, przedstawiając proces leczenia jako ważny wspólny wysiłek. Jeśli taki model współpracy zostanie utrzymany, istnieje większa szansa na zrozumienie i współpracę ze strony pacjenta [126].

Fakt, że zakres ruchu zębów jest większy w ciągu pierwszych 3 miesięcy, a następnie znacznie się zmniejsza, jest spójny z wynikami pracy Krämer i wsp. [127], której autorzy stwierdzili największe zmiany między 1. a 6. miesiącem retencji, niezależnie od zastosowanego schematu postępowania (tj. aparaty retencyjne zdejmowane noszone na noc vs. tylko retencja stała).

W związku z przedstawionymi w badaniu wynikami, można wysnuć dwie rekomendacje kliniczne tj.:

- w ciągu pierwszych 6 miesięcy retencji ortodontycznej pacjenci powinni być poddawani szczególnej obserwacji, najlepiej za pomocą narzędzi 3D, takich jak oprogramowanie 3Shape (Patient Monitoring) lub Align (Timelapse), umożliwiającym nakładanie skanów,
- pacjent powinien być zachęcany do noszenia aparatu retencyjnego zdejmowanego przez 22 godziny na dobę, szczególnie w ciągu pierwszych 3 miesięcy retencji.

Społeczność ortodontyczna jest podzielona w kwestii skuteczności retencji ortodontycznej [10,124]. Wyniki własne pokazują, że przy odpowiedniej współpracy pacjenta pozycje zębów są stabilne, jednak u niektórych pacjentów mogą wystąpić większe, nieprzewidywalne przemieszczenia zębów (u 1 pacjenta siekacz boczny przesunął się o ponad 1,2 mm podczas obserwacji; tabela 12). Te pojedyncze przypadki mogą prowadzić do niepokoju u lekarzy i przekonania, że retencja ortodontyczna jest sama w sobie nieskuteczna.

Istotne ograniczenia tego badania obejmują współpracę pacjenta w zakresie noszenia aparatu retencyjnego zdejmowanego, bowiem słaba współpraca pacjentów ogranicza dostęp do wysokiej jakości danych. Ponadto, nie było możliwe ilościowe określenie ruchu zębów jako rotacji, ekstruzji, retruzji itp., gdyż kierunki ruchu zębów były złożone.

1. Żaden retainer nie gwarantuje idealnej stabilności ustawienia zębów u wszystkich pacjentów. Nie znaleziono dowodów naukowych na temat wyższości konkretnych zasad postępowania w fazie retencji, okresu obserwacji czy materiałów do wykonywania stałych retainersów, żaden retainer stały nie ma lepszej charakterystyki pod względem trwałości.
2. Retainer stały powinien być przyklejony do wszystkich zębów przednich, najlepiej z dodatkowym użyciem żywicy.
3. Zasady retencji ortodontycznej stosowane przez większość polskich lekarzy ortodontów opierają się na podwójnej długoterminowej retencji z regularnymi wizytami kontrolnymi. Najpopularniejszym materiałem jest pleciony czworokątny drut ze stali nierdzewnej przyklejany płynnym materiałem kompozytowym. Ortodonci stosujący złote łańcuszki są przekonani o najwyższej skuteczności klinicznej wyłącznie tego drutu retencyjnego. Okrągły drut zebrał najgorsze opinie wśród klinicystów. Włókno szklane jest najmniej popularne i jest najczęściej stosowane wyłącznie u pacjentów z chorobami przyzębia.
4. Zdaniem polskich ortodontów, pleciony czworokątny drut ze stali nierdzewnej jest najwygodniejszy do doginania i przyklejania oraz najlepiej utrzymuje pozycję zębów, natomiast złoty łańcuszek najrzadziej się odkleja i deformuje.
5. W pierwszych sześciu miesiącach leczenia retencyjnego u prawie 15% pacjentów dochodzi do uszkodzenia aparatów retencyjnych, najczęściej retainera stałego, sporadycznie - szyny termoformowanej.
6. Podwójna retencja ortodontyczna zapobiega przesunięciom zębów przy odpowiedniej współpracy pacjenta, jednak u niektórych pacjentów mogą wystąpić większe zmiany pozycji pojedynczych zębów. Największe przemieszczenia zębów występują w ciągu pierwszych trzech miesięcy, a następnie obserwuje się stabilizację położenia zębów.
7. W ciągu pierwszych sześciu miesięcy po założeniu retainera stałego, jego kontrola kliniczna powinna być przeprowadzana z większą częstotliwością, w protokole uwzględniającym wizyty po 1 miesiącu, 3 miesiącach i 6 miesiącach od zakończenia fazy aktywnej leczenia, najlepiej z wykorzystaniem metody nakładania skanów wewnątrzustnych.
8. Współpraca pacjenta ortodontycznego spada wraz z upływem czasu i stanowi dla lekarza wyzwanie.

## 8. Streszczenie

## **Wstęp**

Ze względu na postępujące zmiany społeczne, coraz więcej pacjentów leczy się ortodontycznie, a po zdjęciu aparatu pragną utrzymać uzyskane wyniki leczenia. Retencja ortodontyczna definiowana jako utrzymywanie optymalnej estetycznej i funkcjonalnej pozycji zębów po leczeniu aktywnym powinna być traktowana jako ważna, integralna faza leczenia.

Najważniejsze publikacje dotyczące nawrotów wad zębowych pochodzą z przełomu wieków. Dotyczą one najczęściej odcinka przedniego, uwzględniając wyłącznie aspekt estetyczny. Monitorowanie procesu retencji opiera się na badaniu klinicznym i ma charakter obserwacyjny. Nowoczesne technologie 3D otwierają w stomatologii nowe możliwości. Nakładanie modeli 3D w zewnętrznym oprogramowaniu pozwala na identyfikowanie zmian położenia zębów lub ich wzajemnych kontaktów oraz wykonywanie wielowymiarowych i obiektywnych pomiarów przemieszczeń zębów.

## **Cel pracy**

1. Zebranie i usystematyzowanie dostępnej w piśmiennictwie wiedzy, opartej na badaniach klinicznych, dotyczącej skuteczności aparatów retencyjnych stałych oraz ich podatności na uszkodzenia,
2. Ustalenie, jakie metody, materiały i zasady postępowania stosują polscy ortodonci w fazie retencyjnej leczenia ortodontycznego,
3. Ustalenie częstości uszkodzenia aparatów retencyjnych stałych, wykonanych z czworokątnego drutu plecionego oraz zdejmowanych szyn termoformowanych w czasie pierwszych sześciu miesięcy leczenia retencyjnego,
4. Ocena skuteczności podwójnej retencji ortodontycznej (polegającej na zastosowaniu retainerów stałych i szyn termoformowanych), za pomocą trójwymiarowej mikroanalizy zmian pozycji zębów podczas pierwszych sześciu miesięcy leczenia retencyjnego.

## **Materialy i metody**

Przegląd systematyczny przeprowadzono zgodnie z oświadczeniem PRISMA, wytycznymi dotyczącymi raportowania PRISMA oraz wytycznymi zawartymi w Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. Przeszukiwano piśmiennictwo w celu znalezienia badań, w których analizowano występowanie niepowodzeń stałej retencji ortodontycznej, w wyszukiwarkach Scopus, Web of Science, Embase i PubMed Central w dniu 12 lutego 2021 roku. Słowa kluczowe użyte w strategii wyszukiwania były następujące: (“orthodontic retainers AND failure AND wire”).

Protokół badania został zarejestrowany w bazie danych PROSPERO pod numerem CRD42021233406.

Populację docelową badania ankietowego stanowiła grupa specjalistów ortodontów prowadzących leczenie ortodontyczne w Polsce. Kwestionariusz ankiety, składający się z 17 pytań, został zaprojektowany przy użyciu narzędzia Google Forms. Kwestionariusz został zweryfikowany przez grupę doświadczonych ortodontów, którzy nie uczestniczyli w ostatecznej grupie badanej, a następnie, został dostarczony do aktywnych zawodowo ortodontów poprzez opublikowanie linku na grupach w mediach społecznościowych ograniczonych do specjalistów ortodontów i lekarzy rezydentów z zakresu ortodoncji. Post zawierający link do ankiety został usunięty z grupy 2 miesiące po publikacji. Do porównania: odsetka ortodontów używających retainerów o różnych cechach oraz odsetka ortodontów wskazujących na wyższość danego rozwiązania klinicznego został wykorzystany test chi-kwadrat proporcji.

Badaniem klinicznym objęto stu losowo wybranych pacjentów rozpoczynających fazę retencyjną leczenia ortodontycznego z zastosowaniem podwójnej retencji w postaci stałych plecionych czworokątnych retainerów (Bond-a-braid, Reliance, Carlsbad, CA, USA) i szyn termoformowanych (zalecono noszenie przez 22 godziny dziennie) w obu łukach zębowych. Skany wewnątrzustne wykonano bezpośrednio po przyklejeniu retainera (T0) i powtórzono 1 miesiąc później (T1), 3 miesiące później (T2) i 6 miesięcy później (T3). Szyny termoformowane wydawane były rano, w następnym dniu po zdjęciu aparatu. Pacjenci byli poinformowani, żeby niezwłocznie zgłaszać się w przypadku zaistnienia „awarii”. Podczas wizyt kontrolnych używany był Program Patient's Monitoring, dostępny jako część oprogramowania 3Shape Shell na skanerze 3Shape Trios 4, do komunikacji z pacjentem i demonstrowania ewentualnych zmian pozycji zębów. W celach badawczych, wyeksportowano skany, a następnie u każdego pacjenta na skanie początkowym manualnie wyznaczono dziewięć punktów referencyjnych na powierzchni wargowej każdego zęba. Kolejne skany nakładano na siebie przy pomocy algorytmu najlepszego dopasowania. Następnie, nakładanie zaznaczonych punktów referencyjnych z kolejnych skanów każdego pacjenta zostało wykonane automatycznie przez specjalistyczne oprogramowanie (GOM Inspect, Zeiss, Niemcy). Trzydzieści trzy losowo wybrane skany zostały ponownie przeanalizowane przez innego badacza 1 tydzień po wstępnej analizie.

## Wyniki

Stosując strategię wyszukiwania zidentyfikowano 177 potencjalnych artykułów: 114 z PubMed Central, 41 ze Scopus, 20 z Web of science i 2 z Embase. Ostatecznie, 21 prac zostało włączonych do syntezy jakościowej, a 7 do meta-analizy.

Badania RCT charakteryzowały się zróżnicowanym poziomem ryzyka stroniczości. Cechą, która najczęściej wskazywała na ryzyko stroniczości był brak możliwości pełnego zaślepienia osoby, wykonującej zabieg jak i analizującej wyniki. Badania kliniczno-kontrolne nie charakteryzowały się wysokim poziomem ryzyka stroniczości. Włączone badania kohortowe były obarczone największym ryzykiem stroniczości. Następnie przeprowadzono meta-analizę w celu sprawdzenia, czy retainer z włókna szklanego różni się w skuteczności klinicznej od klasycznego retainera stalowego z drutu okrągłego.

Jak wskazują obliczenia, nie ma statystycznie istotnej różnicy między rodzajem użytego materiału a możliwym ryzykiem „awarii”. Im wyższe ryzyko awarii retainera z włókna szklanego w badaniach, tym wyższy ogólny poziom ryzyka. Wskazuje to, że retainer z włókna szklanego jest zdecydowanie bardziej wrażliwy na umiejętności operatora, a przy nieprawidłowej technice klejenia prawdopodobieństwo wystąpienia „awarii” jest znacznie wyższe.

W badaniach ankietowych czworokątny pleciony drut ze stali nierdzewnej został oceniony przez polskich ortodontów jako najbardziej niezawodny. Lekarze, którzy zadeklarowali stosowanie złotego łańcuszka, w większości używali wyłącznie tego rodzaju drutu. Okrągły drut wielożyłowy został oceniony najgorzej. Drut czworokątny ma zdecydowanie wyższą proporcję odpowiedzi wskazujących, że jest łatwy do przyklejenia oraz, że efektywnie utrzymuje pozycje zębów. Złoty łańcuszek ma znacząco wyższą proporcję pozytywnych odpowiedzi dotyczących efektywnej adhezji do powierzchni zębów niż pozostałe dwa rodzaje drutu oraz, że deformuje się najrzadziej spośród wszystkich rodzajów drutu. Włókno szklane było stosowane najrzadziej i głównie u pacjentów z chorobami przyzębia.

Zasady postępowania retencyjnego wg polskich lekarzy ortodontów opierały się na podwójnej długoterminowej retencji z regularną kontrolą kliniczną. Najpopularniejszym materiałem był czworokątny drut pleciony ze stali nierdzewnej przyklejany płynnym materiałem kompozytowym. Większość lekarzy uważała, że może utrzymać wyniki leczenia, ale deklarowali, że współpraca pacjentów jest wyzwaniem.

W badaniu klinicznym pierwszy skan wykonano u wszystkich pacjentów, drugi u 86 pacjentów, ponieważ pozostali pacjenci nie zgłosili się na zaplanowaną wizytę lub odmówili współpracy. Trzeci skan (3 miesiące po zdjęciu aparatu) wykonano u 78 pacjentów. Ostatni skan (6 miesięcy po zdjęciu aparatu) wykonano u 66 pacjentów (43 kobiety i 23 mężczyzn). W okresie obserwacji od T0 do T3 wystąpiło 18 „awarii” u 14 pacjentów, w tym jedno pęknięcie szyny, w

2 przypadkach całkowite odklejenie się retainera i w 16 przypadkach - częściowe odklejenie się retainera. U trzech pacjentów „awaria” wystąpiła dwukrotnie i we wszystkich trzech przypadkach było to częściowe odklejenie się retainera. Wszyscy pacjenci zgłosili się w dniu, w którym wystąpiła „awaria” i została ona od razu usunięta. W przypadku złamania szyny, nowa szyna została dostarczona następnego dnia. Więcej „awarii” odnotowano w łuku górnym (czternastokrotnie częściowe odklejenie i dwa razy całkowite odklejenie retainera), głównie w obrębie siekaczy bocznych i kłów. W dwóch przypadkach, gdzie retainer był całkowicie odklejony, pacjenci przyznali się do zdemontowania retainera, gdy był on luźny na jednym zębie, co im przeszkadzało.

Po pierwszym miesiącu obserwacji (T1) najwyższą medianę ruchu zębów (0,106 mm) zaobserwowano dla drugich zębów trzonowych górnych. Maksymalną pojedynczą wartość ruchu zęba (1,137 mm) zaobserwowano dla siekacza bocznego górnego, a następnie - dla siekacza przyśrodkowego górnego (0,982 mm). Po trzech miesiącach (T2) najwyższą medianę ruchu zębów (0,089 mm) zaobserwowano dla drugich zębów trzonowych dolnych i dla drugich zębów trzonowych górnych (0,065 mm), podczas gdy nie stwierdzono ruchu kłów oraz pierwszych i drugich zębów przedtrzonowych w obu łukach zębów (0,000 mm). Maksymalną pojedynczą wartość ruchu zęba (1,231 mm) zaobserwowano również dla siekacza bocznego górnego. Po 6 miesiącach (T3) najwyższą wartość ruchu zębów zaobserwowano dla drugich zębów trzonowych górnych (1,48 mm). Była to zarazem najwyższa wartość odnotowana w tym czasie i podczas całej obserwacji. Najmniejsze przemieszczenie zaobserwowano dla zębów przednich dolnych. Mediana bezwzględnej wartości przemieszczenia pojedynczego punktu między T0-T3 dla wszystkich zębów wynosiła 0,015 mm. Największe przemieszczenia zębów wystąpiły między T0-T2 (pierwsze trzy miesiące), a następnie ich dynamika uległa znacznemu spowolnieniu.

### **Wnioski:**

1. Żaden retainer nie gwarantuje idealnej stabilności ustawienia zębów u wszystkich pacjentów. Nie znaleziono dowodów naukowych na temat wyższości konkretnych zasad postępowania w fazie retencji, okresu obserwacji czy materiałów do wykonywania stałych retainerów, żaden retainer stały nie ma lepszej charakterystyki pod względem trwałości.
2. Retainer stały powinien być przyklejony do wszystkich zębów przednich, najlepiej z dodatkowym użyciem żywicy.
3. Zasady retencji ortodontycznej stosowane przez większość polskich lekarzy ortodontów opierają się na podwójnej długoterminowej retencji z regularnymi wizytami kontrolnymi. Najpopularniejszym materiałem jest pleciony czworokątny drut ze stali nierdzewnej przyklejany płynnym materiałem kompozytowym. Ortodonci stosujący złote łańcuszki są przekonani o najwyższej skuteczności

klinicznej wyłącznie tego drutu retencyjnego. Okrągły drut zebrał najgorsze opinie wśród klinicystów. Włókno szklane jest najmniej popularne i jest najczęściej stosowane wyłącznie u pacjentów z chorobami przyzębia.

4. Zdaniem polskich ortodontów, pleciony czworokątny drut ze stali nierdzewnej jest najwygodniejszy do doginania i przyklejania oraz najlepiej utrzymuje pozycję zębów, natomiast złoty łańcuszek najrzadziej się odkleja i deformuje.

5. W pierwszych sześciu miesiącach leczenia retencyjnego u prawie 15% pacjentów dochodzi do uszkodzenia aparatów retencyjnych, najczęściej retainera stałego, sporadycznie - szyny termoformowanej.

6. Podwójna retencja ortodontyczna zapobiega przesunięciom zębów przy odpowiedniej współpracy pacjenta, jednak u niektórych pacjentów mogą wystąpić większe zmiany pozycji pojedynczych zębów. Największe przemieszczenia zębów występują w ciągu pierwszych trzech miesięcy, a następnie obserwuje się stabilizację położenia zębów.

7. W ciągu pierwszych sześciu miesięcy po założeniu retainera stałego, jego kontrola kliniczna powinna być przeprowadzana z większą częstotliwością, w protokole uwzględniającym wizyty po 1 miesiącu, 3 miesiącach i 6 miesiącach od zakończenia fazy aktywnej leczenia, najlepiej z wykorzystaniem metody nakładania skanów wewnątrzustnych.

8. Współpraca pacjenta ortodontycznego spada wraz z upływem czasu i stanowi dla lekarza wyzwanie.

## 9. Summary

## **Introduction**

Due to constant social changes, more and more patients are seeking orthodontic treatment, and after debonding orthodontic appliance, they desire to maintain the results of treatment. Orthodontic retention, defined as the maintenance of the optimal aesthetic and functional positions of teeth after active treatment, should be considered an important, integral phase of treatment.

The most important papers referring to relapse of malocclusion date back to the turn of the century. Mostly they concern the anterior segment, addressing only the aesthetic aspect. Monitoring of the retention phase is based on clinical examination and is purely observational. Modern 3D technologies are opening up new possibilities in dentistry. Superimposition of 3D models in external software allows to identify changes in the positions of teeth or their mutual contacts, and to make multidimensional and objective measurements of tooth displacement.

## **Aims**

The aims of this thesis were:

1. to collect and systematize the knowledge available in the literature, based on clinical studies, regarding the effectiveness of fixed retainers and their susceptibility to damage,
2. to determine which methods, materials and protocols are used by Polish orthodontists in the retention phase of orthodontic treatment,
3. to determine the incidence of failure of fixed retainers made of braided rectangular wire and removable thermoformed splints during the first six months of retention treatment,
4. to evaluate the effectiveness of double orthodontic retention (involving fixed retainers and thermoformed splints), by using three-dimensional microanalysis of changes in tooth position during the first six months of retention treatment.

## **Materials and methods**

The systematic review was conducted in accordance with the PRISMA statement, PRISMA reporting guidelines and the guidelines in the Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. The literature was searched for studies that analyzed the incidence of fixed orthodontic retention failure in Scopus, Web of Science, Embase and PubMed Central on February 12, 2021. The keywords used in the search strategy were as follows: ("orthodontic retainers AND failure AND wire"). The study protocol was registered in the PROSPERO database under the number CRD42021233406.

The target population of the questionnaire was a group of orthodontic specialists in Poland. The questionnaire consisting of 17 questions was designed using the Google Forms tool. The questionnaire was reviewed by a group of experienced orthodontists who did not participate in the final study group,



and then, was delivered to active orthodontists by posting a link on social media groups limited to orthodontic specialists and orthodontic residents. The post containing the link to the survey was removed from the group 2 months after publication. A chi-square test of proportions was used to compare: the percentage of orthodontists using retainers with different characteristics and the percentage of orthodontists indicating the superiority of a particular clinical solution.

One hundred randomly selected patients at the initiation the retention phase of orthodontic treatment with double retention in the form of fixed braided rectangular retainers (Bond-a-braid, Reliance, Carlsbad, CA, USA) and thermoformed splints (recommended to be worn for 22 hours a day) in both dental arches were included in the clinical study. Intraoral scans were taken immediately after the retainer was bonded (T0) and repeated 1 month later (T1), 3 months later (T2) and 6 months later (T3). Thermoformed splints were handed out in the morning, the day after debonding. Patients were informed to report immediately if any retention failure occurred. During follow-up appointments, the Patient's Monitoring Program, available as part of the 3Shape Shell software on the 3Shape Trios 4 scanner, was used to communicate with the patient and demonstrate any changes in tooth position. For research purposes, scans were exported, and then in each patient, nine reference points were manually marked on the labial surface of each tooth on the initial scan. Subsequent scans were superimposed using a best-fit algorithm. Then, superimposition of the marked reference points from each patient's subsequent scans was done automatically by specialized software (GOM Inspect, Zeiss, Germany). Thirty-three randomly selected scans were reanalyzed by another researcher 1 week after the initial analysis.

## **Results**

Following the search strategy, 177 potential articles were identified: 114 from PubMed Central, 41 from Scopus, 20 from Web of science and 2 from Embase. Ultimately, 21 papers were included in the qualitative synthesis and 7 in the meta-analysis.

RCT studies were characterized by different levels of risk of bias. The characteristic that most frequently indicated potential risk of bias was the failure to fully blind the person performing the procedure as well as the person analyzing the results. The case-control studies were not characterized by a high level of risk of bias. The included cohort studies had the highest risk of bias. Subsequently, a meta-analysis was conducted to see if the fiber-reinforced composite retainer differed in clinical efficacy from the classic stainless steel round wire retainer.

As the calculations indicate, there is no statistically significant difference between the type of material used and the possible risk of failure. The higher the risk of failure of the fiber-reinforced composite retainer in the study, the higher the overall risk level. This indicates that fiber-reinforced

composite retainer is significantly more sensitive to the skills of the operator, and with improper bonding technique, the probability of failure is significantly higher.

In a questionnaire-based study, braided rectangular stainless steel wire was rated by Polish orthodontists as the most reliable. Doctors who declared the use of gold chain mostly used exclusively this type of wire. Multi-stranded round wire was rated the worst. The rectangular braided wire has a significantly higher proportion of responses indicating that it is easy to bond and that it effectively maintains the positions of the teeth. Gold chain has a significantly higher proportion of positive responses regarding effective adhesion to tooth surfaces than the other two types of wire, and that it deforms the least of all wire types. Fiber-reinforced composite retainer was used the least frequently and mainly in periodontally compromised patients.

The protocol of retention phase of orthodontic treatment according to Polish orthodontists was based on double long-term retention with regular clinical follow-up. The most popular material was stainless steel braided rectangular wire bonded with a liquid composite material. Most doctors felt they could maintain treatment results, but they declared that patient cooperation was a challenge.

In the clinical trial, the first scan was performed in all patients included, while the second scan was performed in 86 patients, as the latter patients did not attend the scheduled appointment or refused to cooperate. The third scan (3 months after debonding) was performed in 78 patients. The last scan (6 months after debonding) was performed in 66 patients (43 women and 23 men). During the follow-up period from T0 to T3, 18 failures occurred in 14 patients, including one splint fracture, two cases of complete retainer detachment and 16 cases of partial retainer detachment. In three patients, the failure occurred twice, and in all three cases it was a partial detachment of the retainer. All patients reported on the day the failure occurred and it was immediately managed. In the case of a broken removable splint, a new splint was delivered the next day. More failures were reported in the upper dental arch (fourteen times: partial detachment and twice: complete detachment of the retainer), mainly in the lateral incisors and canines. In the two cases, when the retainer was completely detached, patients admitted to removing the retainer when it was loose on one tooth, which irritated them.

After the first month of follow-up (T1), the highest median tooth movement (0.106 mm) was found for upper second molars. The maximum single value of tooth movement (1.137 mm) was stated for the upper lateral incisor, followed by the upper central incisor (0.982 mm). After three months (T2), the highest median value of tooth movement (0.089 mm) was observed for the lower second molars and for the upper second molars (0.065 mm), while no tooth movement was observed for canines as well as for first and second premolars in both dental arches (0.000 mm). The maximum single value of tooth movement (1.231 mm) was observed for the upper lateral incisor, as well. After 6 months (T3), the highest value of tooth movement was observed for the upper second molars (1.48 mm). This

was also the highest value recorded at that time and during the entire observation period. The lowest displacement was observed for the lower anterior teeth. The median absolute value of displacement of a single point between T0-T3 for all teeth was 0.015 mm. The highest tooth displacement occurred between T0-T2 (the first three months), and then its dynamics slowed down significantly.

### **Conclusions:**

1. No retainer guarantees a perfect stability of tooth alignment in all patients. No scientific evidence has been found on the superiority of specific retention bonding protocol, duration of follow-up periods or materials for fixed retainers, no fixed retainer has better characteristics in terms of survival.
2. The fixed retainer should be bonded to all anterior teeth, preferably with additional use of a resin.
3. The orthodontic retention protocols followed by most Polish orthodontists are based on double long-term retention with regular follow-up appointments. The most popular material is braided rectangular stainless steel wire bonded with a liquid composite material. Orthodontists who use gold chains are convinced of the superior clinical effectiveness of this retention wire. The round wire has garnered the worst reviews among clinicians. Fiber-reinforced composite retainer is the least popular and is mostly used in periodontally compromised patients.
4. According to Polish orthodontists, braided rectangular stainless steel wire is most convenient for bonding and bending and maintains the position of teeth most effectively, while gold chain is the least likely to detach and deform.
5. In the first six months of retention, nearly 15% of patients experience failures of retention appliances, most often of the fixed retainer, occasionally of the thermoformed splint.
6. Double orthodontic retention prevents tooth displacement unless patients cooperation is proper, but some patients may experience greater changes in the position of individual teeth. The highest displacement of teeth occurs during the first three months, and then a stabilization of tooth position is observed.
7. During the first six months after fixed retainer bonding, its clinical follow-up should be carried out with higher frequency, with a protocol that includes appointments at 1 month, 3 months and 6 months after cessation of the active phase of treatment, preferably using the method of intraoral scans superimposition.
8. The orthodontic patient's cooperation decreases over time and presents a challenge to the clinician.

## 10. Piśmiennictwo

1. Bearn DR. Bonded orthodontic retainers: a review. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1995;108:207–13.
2. George W. Hahn; Retention–The Stepchild of Orthodontia. *Angle Orthod* 1 January 1944; 14 (1): 3–12. doi: [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1944\)014<0003:RSOO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1944)014<0003:RSOO>2.0.CO;2)
3. Sheldon Peck; A Biographical Portrait of Edward Hartley Angle, the First Specialist in Orthodontics, Part 1. *Angle Orthod* 1 November 2009; 79 (6): 1021–1027. doi: <https://doi.org/10.2319/021009-93.1>

4. Angle E H. Chapter 12: Retention. In *Treatment of malocclusion of the teeth and fractures of the maxillae*. 6th ed. pp 150–166. Philadelphia: The SS White Dental Manufacturing Company, 1900.
5. Case C S. Chapter 49: Labial retaining fixtures. In *A practical treatise on the techniques and principles of dental orthopaedia*. 1st ed. pp 377–384. Chicago: C. S. Case Company, 1908.
6. Fudalej P, Renkema AM. A brief history of orthodontic retention. *Br Dent J*. 2021;230: 777–780.
7. Sheridan J J, LeDoux W, McMinn R. Essix retainers: fabrication and supervision for permanent retention. *J Clin Orthod* 1993; 27: 37–45.
8. Sonia M, Dosanjh K. *Efficacy of Different Retention Types Post - Orthodontic Treatment*. Master thesis. 2011
9. Vandevska-Radunovic V., Espeland DOLNE, Stenvik A. Retention: Type, duration and need for common guidelines. A survey of Norwegian orthodontists. *Orthod. (Chic.)* 2013;14:e110–e117. doi: 10.11607/ortho.964.
10. Lai C.S., Grossen J.M., Renkema A.M., Bronkhorst E., Fudalej P.S., Katsarosm C. Orthodontic retention procedures in Switzerland. *Swiss Dent. J*. 2014;124:655–661.
11. Ab Rahman N., Low T.F., Idris N.S. A survey on retention practice among orthodontists in Malaysia. *Korean J. Orthod*. 2016;46:36–41. doi: 10.4041/kjod.2016.46.1.36.
12. Iliadi A., Kloukos D., Gkantidis N., Katsaros C., Pandis N. Failure of fixed orthodontic retainers: A systematic review. *J. Dent*. 2015;43:876–896. doi: 10.1016/j.jdent.2015.05.002.
13. Bearn D.R., McCabe J.F., Gordon P.H., Aird J.C. Bonded orthodontic retainers: The wire-composite interface. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop*. 1997;111:67–74. doi: 10.1016/S0889-5406(97)70304-4.
14. Padmos J., Mei DOLNE, Wouters C., Renkema A. Orthodontic retention procedures in New Zealand: A survey to benefit clinical practice guideline development. *J. World Fed. Orthod*. 2019;8:24–30. doi: 10.1016/j.ejwf.2018.12.003.
15. Pratt M.C., Kluemper G.T., Hartsfield J.K., Jr., Fardo D., Nash D.A. Evaluation of retention protocols among members of the American Association of Orthodontists in the United States. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop*. 2011;140:520–526. doi: 10.1016/j.ajodo.2010.10.023.
16. Divya S., Urala A.S. Orthodontic retention procedures: Orthodontist-based questionnaire study. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop*. 2018;154:617. doi: 10.1016/j.ajodo.2018.07.014.
17. Habegger M., Renkema A.M., Bronkhorst E., Fudalej P.S., Katsaros C. A survey of general dentists regarding orthodontic retention procedures. *Eur. J. Orthod*. 2017;39:69–75. doi: 10.1093/ejo/cjw011.
18. Renkema A.M., Sips E.T., Bronkhorst E., Kuijpers-Jagtman A.M. A survey on orthodontic retention procedures in The Netherlands. *Eur. J. Orthod*. 2009;31:432–437. doi: 10.1093/ejo/cjn131.

19. Wouters C., Lamberts T.A., Kuijpers-Jagtman A.M., Renkema A.M. Development of a clinical practice guideline for orthodontic retention. *Orthod. Craniofac. Res.* 2019;22:69–80. doi: 10.1111/ocr.12302.
20. Abid M.F., Al-Attar A.M., Alhuwaizi A.F. Retention Protocols and Factors Affecting Retainer Choice among Iraqi Orthodontists. *Int. J. Dent.* 2020;2020:8810641. doi: 10.1155/2020/8810641.
21. Little RM, Riedel RA, Artun J. An evaluation of changes in mandibular przednie alignment from 10 to 20 years postretention. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1988;93:423–8.
22. Melrose C, Millet DT. Toward a perspective on orthodontic retention? *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1998;113: 507–514.
23. Tanne K, Inone Y, Sakuda M. Biomechanical behaviour of the periodontium before and after orthodontic tooth movement. *Angle Orthod* 1995;65:123-8.
24. Salvesen BF, Grytten J, Rongen G, Koldsland OC, Vandevska-Radunovic V. Periodontal status in long-term orthodontic retention patients up to 10 years after treatment – a cross-sectional study. *Acta Odontologica Scandinavica* 2021;79(8):623–9.
25. Burzin J, Nanda R. The stability of deep overbite correction in retention and stability. In: Nanda R, Burstone CJ. *Orthodontics*. Philadelphia: W.B. Saunders,1993:6179.
26. Varga S, Spalj S, Anic Milosevic S, et al. Changes of bite force and occlusal contacts in the retention phase of orthodontic treatment: A controlled clinical trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2017;152(6):767–77.
27. Koul R. Orthodontic Implications of Growth and Differently Enabled Mandibular Movements for the Temporomandibular Joint. *Seminars in Orthodontics* 2012;18(1):73–91.
28. Behrents RG, Harris EF, Vaden JL, Williams RA, Kemp DH. Relapse of orthodontic treatment results: growth as an etiologic factor. *J Charles H Tweed Int Found* 1989;17:65-80.
29. Meyer-Marcotty P, Klenke D, Knocks L, Santander P, Hrasky V, Quast A. The adult orthodontic patient over 40 years of age: association between periodontal bone loss, incisor irregularity, and increased orthodontic treatment need. *Clin Oral Investig.* 2021;25(11):6357-6364. doi:10.1007/s00784-021-03936-2
30. Almasoud N, Beard D. Little’s irregularity index: Photographic assessment vs study model assessment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;138:787-9.
31. Yavari J, Shrout MK, Russell CM, Haas AJ, Hamilton EH. Relapse in Angle Class II Division 1 Malocclusion treated by tandem mechanics without extraction of permanent teeth: A retrospective analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;118(1):34-42.

32. Freitas KM, de Freitas MR, Henriques JF, Pinzan A, Janson G. Postretention relapse of mandibular przednie crowding in patients treated without mandibular premolar extraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;125(4):480-487.
33. Littlewood SJ, Kandasamy S, Huang G. Retention and relapse in clinical practice. *Aust Dent J.* 2017;62 Suppl 1:51-57.
34. Kim J, Lagravère MO. Accuracy of Bolton analysis measured in laser scanned digital models compared with plaster models (gold standard) and cone-beam computer tomography images. *Korean J Orthod.* 2016;46(1):13-19.
35. Schlenz MA, Schubert V, Schmidt A, Wöstmann B, Ruf S, Klaus K. Digital versus Conventional Impression Taking Focusing on Interdental Areas: A Clinical Trial. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(13):4725
36. Yılmaz H, Özlü FÇ, Karadeniz C, Karadeniz Eİ. Efficiency and Accuracy of Three-Dimensional Models Versus Dental Casts: A Clinical Study. *Turk J Orthod.* 2019;32(4):214-218.
37. Song J, Kim M. Accuracy on Scanned Images of Full Arch Models with Orthodontic Brackets by Various Intraoral Scanners in the Presence of Artificial Saliva. *Biomed Res Int.* 2020;2020:2920804.
38. Nalcaci R, Kocoglu-Altan AB, Bicakci AA, Ozturk F, Babacan H. A reliable method for evaluating upper molar distalization: Superimposition of three-dimensional digital models. *Korean J Orthod.* 2015;45(2):82-88.
39. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ.* 2021;372:n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>.
40. Beller EM, Glasziou PP, Altman DG, Hopewell S, Bastian H, Chalmers I, et al. PRISMA for abstracts: reporting systematic reviews in journal and conference abstracts. *PLoS Med.* 2013;10(4):e1001419. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001419>.
41. Rethlefsen ML, Kirtley S, Waffenschmidt S, et al. PRISMA-S: an extension to the PRISMA statement for reporting literature searches in systematic reviews. *Syst Rev.* 2021;10(1):39. Published 2021 Jan 26. <https://doi.org/10.1186/s13643-020-01542-z>.
42. Higgins JPT, Thomas J, Chandler J, Cumpston M, Li T, Page MJ, et al., editors. *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions.* 2nd ed. Chichester: Wiley; 2019. <https://doi.org/10.1002/9781119536604>.
43. Sackett DL, Strauss SE, Richardson WS, Rosenberg W, Haynes BR. *Evidence-based medicine: how to practice and teach EBM.* 2nd ed. Philadelphia: Elsevier Churchill Livingstone; 2000.
44. Sterne JAC, Savović J, Page MJ, Elbers RG, Blencowe NS, Boutron I, et al. RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ.* 2019;366:l4898. <https://doi.org/10.1136/bmj.l4898>.



45. Higgins JPT, Savović J, Page MJ, Elbers RG, Sterne JAC. Assessing risk of bias in a randomized trial. In: *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*: John Wiley & Sons, Ltd; 2019. p. 205–28. <https://doi.org/10.1002/9781119536604.ch8>.
46. Wells G, Shea B, O’Connell D, Peterson JE, Welch V. The Newcastle-Ottawa scale (NOS) for assessing the quality of case-control studies in meta-analyses. *Eur J Epidemiol* 2011;25:603–5.
47. Wells GA, Brodsky L, O’Connell D, et al. An evaluation of the Newcastle Ottawa Scale: an assessment tool for evaluating the quality of nonrandomized studies. In: *XI International Cochrane Colloquium: Evidence, Health Care and Culture. Book of Abstracts. XI Cochrane Colloquium Barcelona*; 2003:26.
48. R Core Team . R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing; Vienna, Austria: 2021. [(accessed on 2 August 2021)]. Available online: <https://www.R-project.org/>
49. Borenstein, M., Hedges, DOLNEV., Higgins, J.P.T. and Rothstein, H.R. (2009). Effect sizes based on binary data (2×2 tables). In *introduction to meta-analysis* (eds M. Borenstein, DOLNEV. Hedges, J.P.T. Higgins and H.R. Rothstein). doi: <https://doi.org/10.1002/9780470743386.ch5>.
50. Higgins JPT, Thompson SG. Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. *Stat Med*. 2002;21(11):1539–58. <https://doi.org/10.1002/sim.1186>.
51. Jedliński M, Grocholewicz K, Mazur M, Janiszewska-Olszowska J. What causes failure of fixed orthodontic retention? - systematic review and meta-analysis of clinical studies. *Head Face Med*. 2021;17(1):32. <https://doi.org/10.1186/s13005-021-00281-3>
52. Ye T, Yi Y. *Sample size calculations in clinical research*, third edition, by Shein-Chung Chow, Jun Shao, Hansheng Wang, and Yuliya Lokhnygina: Chapman & Hall/CRC Biostatistics Series, New York, Taylor & Francis, 2017, 510 pp., \$99.95 (hardback), ISBN: 978-1-138-74098-3. *Statistical Theory and Related Fields*. 2017;1:265–6.
53. Bovali E, Kiliaridis S, Cornelis MA. Indirect vs direct bonding of mandibular fixed retainers in orthodontic patients: a single-center randomized controlled trial comparing placement time and failure over a 6-miesiąc period. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2014 Dec;146(6):701-8. doi: 10.1016/j.ajodo.2014.08.015.
54. Gunay F, Oz AA. Clinical effectiveness of 2 orthodontic retainer wires on mandibular arch retention. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2018 Feb;153(2):232-238. doi: 10.1016/j.ajodo.2017.06.019.
55. Bolla E, Cozzani M, Doldo T, Fontana M. Failure evaluation after a 6-year retention period: a comparison between glass fiber-reinforced (GFR) and multistranded bonded retainers. *Int Orthod*. 2012 Mar;10(1):16-28. English, French. doi: 10.1016/j.ortho.2011.12.005.
56. Artun J, Spadafora AT, Shapiro PA. A 3-year follow-up study of various types of orthodontic canine-to-canine retainers. *Eur J Orthod*. 1997 Oct;19(5):501-9. doi: 10.1093/ejo/19.5.501.



57. Nagani NI, Ahmed I, Tanveer F, Khursheed HM, Farooqui WA. "Clinical comparison of bond failure rate between two types of mandibular canine-canine bonded orthodontic retainers- a randomized clinical trial". *BMC Oral Health*. 2020 Jun 29;20(1):180. doi: 10.1186/s12903-020-01167-7
58. Bazargani F, Jacobson S, Lennartsson B. A comparative evaluation of lingual retainer failure bonded with or without liquid resin. *Angle Orthod*. 2012 Jan;82(1):84-7. doi: 10.2319/032811-222.1.
59. Salehi P, Zarif Najafi H, Roeinpeikar SM. Comparison of survival time between two types of orthodontic fixed retainer: a prospective randomized clinical trial. *Prog Orthod*. 2013 Sep 11;14:25. doi: 10.1186/2196-1042-14-25.
60. Arash V, Teimoorian M, Farajzadeh Jalali Y, Sheikhzadeh S. Clinical comparison between Multi-Stranded Wires and Single strand Ribbon wires used for lingual fixed retainers. *Prog Orthod*. 2020 Jun 29;21(1):22. doi: 10.1186/s40510-020-00315-7.
61. Scribante A, Sfondrini MF, Broggin S, D'Allocco M, Gandini P. Efficacy of Esthetic Retainers: Clinical Comparison between Multistranded Wires and Direct-Bond Glass Fiber-Reinforced Composite Splints. *Int J Dent*. 2011;2011:548356. doi: 10.1155/2011/548356.
62. Rose E, Frucht S, Jonas IE. Clinical comparison of a multistranded wire and a direct-bonded polyethylene ribbon-reinforced resin composite used for lingual retention. *Quintessence Int*. 2002 Sep;33(8):579-83.
63. Gelin E, Seidel L, Bruwier A, Albert A, Charavet C. Innovative customized CAD/CAM nickel-titanium lingual retainer versus standard stainless-steel lingual retainer: A randomized controlled trial. *Korean J Orthod*. 2020 Nov 25;50(6):373-382. doi: 10.4041/kjod.2020.50.6.373.
64. Kartal Y, Kaya B, Polat-Özsoy Ö. Comparative evaluation of periodontal effects and survival rates of Memotain and five-stranded bonded retainers : A prospective short-term study. *J Orofac Orthop*. 2021 Jan;82(1):32-41. English. doi: 10.1007/s00056-020-00243-5.
65. Scribante A, Gallo S, Turcato B, Trovati F, Gandini P, Sfondrini MF. Fear of the Relapse: Effect of Composite Type on Adhesion Efficacy of Upper and Lower Orthodontic Fixed Retainers: In Vitro Investigation and Randomized Clinical Trial. *Polymers (Basel)*. 2020 Apr 21;12(4):963. doi: 10.3390/polym12040963.
66. Sfondrini MF, Fraticelli D, Castellazzi L, Scribante A, Gandini P. Clinical evaluation of bond failures and survival between mandibular canine-to-canine retainers made of flexible spiral wire and fiber-reinforced composite. *J Clin Exp Dent*. 2014 Apr 1;6(2):e145-9. doi: 10.4317/jced.51379.
67. Sobouti F, Rakhshan V, Saravi MG, Zamanian A, Shariati M. Two-year survival analysis of twisted wire fixed retainer versus spiral wire and fiber-reinforced composite retainers: a preliminary explorative single-blind randomized clinical trial. *Korean J Orthod*. 2016 Mar;46(2):104-10. doi: 10.4041/kjod.2016.46.2.104.

68. Renkema AM, Renkema A, Bronkhorst E, Katsaros C. Long-term effectiveness of canine-to-canine bonded flexible spiral wire lingual retainers. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011 May;139(5):614-21. doi: 10.1016/j.ajodo.2009.06.041.
69. Taner T, Aksu M. A prospective clinical evaluation of mandibular lingual retainer survival. *Eur J Orthod.* 2012 Aug;34(4):470-4. doi: 10.1093/ejo/cjr038.
70. Lee KD, Mills CM. Bond failure rates for V-loop vs straight wire lingual retainers. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009 Apr;135(4):502-6. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.04.037.
71. Farronato D, Briguglio R, Mangano F, Azzi L, Grossi GB, Briguglio F. Survival of post-treatment canine-to-canine lingual retainers with fiber-reinforced composite resin: a retrospective study. *Ann Stomatol (Roma).* 2014 Nov 20;5(3):81-6.
72. Kocher KE, Gebistorf MC, Pandis N, Fudalej PS, Katsaros C. Survival of maxillary and mandibular bonded retainers 10 to 15 years after orthodontic treatment: a retrospective observational study. *Prog Orthod.* 2019 Jul 22;20(1):28. doi: 10.1186/s40510-019-0279-8.
73. Zestawienie Liczbowe Lekarzy i Lekarzy Dentystów wg Dziedziny i Stopnia Specjalizacji. Naczelna Izba lekarska. [(sprawdzone 2. sierpnia 2021)]. Dostępne pod adresem: [https://nilorg.pl/uploaded\\_files/1614629659\\_zestawienie-nr-04.pdf](https://nilorg.pl/uploaded_files/1614629659_zestawienie-nr-04.pdf)
74. Knaup I, Schulte U, Bartz JR, Niederau C, Craveiro RB, Jäger A, et al. Post-treatment Stability in Orthodontic Retention with Twistflex Retainers—Do Patients Benefit from Additional Removable Retainers? *Clin Oral Invest.* 2022;26:5215–22.
75. Shaughnessy TG, Proffit WR, Samara SA. Inadvertent tooth movement with fixed lingual retainers. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2016;149(2):277–86. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.10.015>.
76. Radlanski RJ, Zain ND. Stability of the bonded lingual wire retainer—a study of the initial bond strength. *J Orofac Orthop.* 2004;65(4):321–35. <https://doi.org/10.1007/s00056-004-0401-4>.
77. Butler J, Dowling P. Orthodontic bonded retainers. *J Ir Dent Assoc.* 2005;51:29–32.
78. Pazera P, Fudalej P, Katsaros C. Severe complication of a bonded mandibular lingual retainer. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2012;142(3):406–9. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2012.01.019>.
79. Arnold DT, Dalstra M, Verna C. Torque resistance of different stainless steel wires commonly used for fixed retainers in orthodontics. *J Orthod.* 2016;43(2):121–9. <https://doi.org/10.1080/14653125.2016.1155814>.
80. Sifakakis I, Pandis N, Eliades T, Makou M, Katsaros C, Bourauel C. In-vitro assessment of the forces generated by lingual fixed retainers. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2011;139(1):44–8. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2010.02.029>.

81. Arn ML, Dritsas K, Pandis N, Kloukos D. The effects of fixed orthodontic retainers on periodontal health: a systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2020;157(2):156–164.e17. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.10.010>.
82. Juloski J, Glisic B, Vandevska-Radunovic V. Long-term influence of fixed lingual retainers on the development of gingival recession: a retrospective, longitudinal cohort study. *Angle Orthod.* 2017;87(5):658–64. <https://doi.org/10.2319/012217-58.1>.
83. Torkan S, Oshagh M, Khojastepour L, Shahidi S, Heidari S. Clinical and radiographic comparison of the effects of two types of fixed retainers on periodontium—a randomized clinical trial. *Prog Orthod.* 2014;15(1):47. <https://doi.org/10.1186/s40510-014-0047-8>.
84. Levin L, Samorodnitzky-Naveh GR, Machtei EE. The association of orthodontic treatment and fixed retainers with gingival health. *J Periodontol.* 2008;79(11):2087–92. <https://doi.org/10.1902/jop.2008.080128>.
85. Pouyanfar H, Tabaii ES, Aghazadeh S, Nobari SPTN, Imani MM. Microtensile bond strength of composite to enamel using universal adhesive with/without acid etching compared to etch and rinse and self-etch bonding agents. *Open Access Maced J Med Sci.* 2018;6(11):2186–92. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2018.427>.
86. El Gedaily M, Attin T, Wiedemeier DB, Tauböck TT. Impact of different etching strategies on margin integrity of conservative composite restorations in demineralized enamel. *Materials (Basel).* 2020;13(20):4500. <https://doi.org/10.3390/ma13204500>.
87. Schubert A, Jäger F, Maltha JC, Bartzela TN. Age effect on orthodontic tooth movement rate and the composition of gingival crevicular fluid : a literature review. *J Orofac Orthop.* 2020;81(2):113–25. English. <https://doi.org/10.1007/s00056-019-00206-5>.
88. Andriekute A., Vasiliauskas A., Sidlauskas A. A survey of protocols and trends in orthodontic retention. *Prog. Orthod.* 2017;18:31. doi: 10.1186/s40510-017-0185-x.
89. Littlewood S.J. Retention. In: Mitchell L., editor. *An Introduction to Orthodontics.* 4th ed. Oxford University Press; Oxford, UK: 2013. pp. 193–207.
90. Sr R., Singaraju G.S., Mandava P., Ganugapanta V.R., Bapireddy H., Pilli L.N. A Survey of Retention Practices and Protocols Followed Among Orthodontists in India. *J. Pharm. Bioallied Sci.* 2021;13((Suppl 1)):S149–S156.
91. Al-Moghrabi D., Littlewood S.J., Fleming P.S. Orthodontic retention protocols: An evidence-based overview. *Br. Dent. J.* 2021;230:770–776. doi: 10.1038/s41415-021-2954-7.
92. Bjering R., Birkeland K., Vandevska-Radunovic V. Anterior tooth alignment: A comparison of orthodontic retention regimens 5 years posttreatment. *Angle Orthod.* 2015;85:353–359. doi: 10.2319/051414-349.1.

93. de Sousa E.T., da Silva B.F., Maia F.B., Forte F.D., Sampaio F.C. Perception of children and mothers regarding dental aesthetics and orthodontic treatment need: A cross-sectional study. *Prog. Orthod.* 2016;17:37. doi: 10.1186/s40510-016-0149-6.
94. Yi S., Zhang C., Ni C., Qian Y., Zhang J. Psychosocial impact of dental aesthetics and desire for orthodontic treatment among Chinese undergraduate students. *Patient Prefer Adherence.* 2016;10:1037–1042. doi: 10.2147/PPA.S105260.
95. Thomas L.A., Tibble H., Too L.S., Hopcraft M.S., Bismark M.M. Complaints about dental practitioners: An analysis of 6 years of complaints about dentists, dental prosthetists, oral health therapists, dental therapists and dental hygienists in Australia. *Aust. Dent. J.* 2018;63:285–293. doi: 10.1111/adj.12625.
96. Padmos J.A.D., Fudalej P.S., Renkema A.M. Epidemiologic study of orthodontic retention procedures. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 2018;153:496–504. doi: 10.1016/j.ajodo.2017.08.013.
97. Littlewood S.J., British Orthodontic Society BOS response to article on ‘Hold that smile’ campaign. *Br. Dent. J.* 2018;224:925–926. doi: 10.1038/sj.bdj.2018.439.
98. Vagdouti G., Karvouni E., Bitsanis E., Koletsim D. Objective evaluation of compliance after orthodontic treatment using Hawley or vacuum-formed retainers: A 2-center randomized controlled trial over a 3-month period. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 2019;156:717–726.e2. doi: 10.1016/j.ajodo.2019.07.008.
99. Łabiszewska-Jaruzelska F. *Ortopedia Szczękowa—Zasady i Praktyka*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL; Warszawa, Poland: 1983.
100. Rucińska-Grygiel B. *Zarys Współczesnej Ortodontji. Podręcznik Dla Studentów I Lekarzy Dentystów*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL; Warszawa, Poland: 2017. Leczenie retencyjne; pp. 273–276.
101. Sadowsky C., Schneider B.J., BeGole E.A., Tahir E. Long-term stability after orthodontic treatment: Nonextraction with prolonged retention. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 1994;106:243–249. doi: 10.1016/S0889-5406(94)70043-5
102. Klaus K., Xirouchaki F., Ruf S. 3D-analysis of unwanted tooth movements despite bonded orthodontic retainers: A pilot study. *BMC Oral. Health.* 2020;20:308. doi: 10.1186/s12903-020-01304-2.
103. Papadimitriou A., Mousoulea S., Gkantidis N., Kloukos D. Clinical effectiveness of Invisalign® orthodontic treatment: A systematic review. *Prog. Orthod.* 2018;19:37. doi: 10.1186/s40510-018-0235-z.

104. Thurzo A., Kočiš F., Novák B., Czako L., Varga I. Three-Dimensional Modeling and 3D Printing of Biocompatible Orthodontic Power-Arm Design with Clinical Application. *Appl. Sci.* 2021;11:9693. doi: 10.3390/app11209693.
105. Lucchese A., Manuelli M., Ciuffreda C., Albertini P., Gherlone E., Perillo L. Comparison between fiber-reinforced polymers and stainless steel orthodontic retainers. *Korean J. Orthod.* 2018;48:107–112. doi: 10.4041/kjod.2018.48.2.107.
106. Su J., Cai S. Effects of Quartz Splint Woven fiber periodontal fixtures on evaluating masticatory efficiency and efficacy. *Medicine (Baltim.)* 2018;97:e13056. doi: 10.1097/MD.00000000000013056.
107. Arnold D.T., Dalstra M., Verna C. Torque resistance of different stainless steel wires commonly used for fixed retainers in orthodontics. *J. Orthod.* 2016;43:121–129. doi: 10.1080/14653125.2016.1155814.
108. Dahl E.H., Zachrisson B.U. Long-term experience with direct-bonded lingual retainers. *J. Clin. Orthod.* 1991;25:619–630.
109. Sifakakis I., Eliades T., Bourauel C. Residual stress analysis of fixed retainer wires after in vitro loading: Can mastication-induced stresses produce an unfavorable effect? *Biomed. Tech.* 2015;60:617–622. doi: 10.1515/bmt-2015-0013.
110. Amornvit P, Rokaya D, Sanohkan S. Comparison of accuracy of current ten intraoral scanners. *BioMed Res Int* 2021;2021:2673040.
111. Bosniac P, Rehmann P, W€ostmann B. Comparison of an indirect impression scanning system and two direct intraoral scanning systems in vivo. *Clin Oral Investig* 2019;23:2421-7.
112. Sangalli L, Savoldi F, Dalessandri D, Visconti L, Massetti F, Bonetti S. Remote digital monitoring during the retention phase of orthodontic treatment: a prospective feasibility study. *Korean J Orthod* 2022;52:123-30.
113. Meade MJ, Sooriakumaran P, Dreyer CW. Orthodontic retention and retainers: quality of information provided by dental professionals on YouTube. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2020;158:229-36.
114. Adel SM, Vaid NR, El-Harouni N, Kassem H, Zaher AR. TIP, TORQUE& ROTATIONS: How accurately do digital superimposition software packages quantify tooth movement? *Prog Orthod* 2022;23:8.
115. Adel SM, Vaid NR, El-Harouni N, Kassem H, Zaher AR. Digital model superimpositions: are different software algorithms equally accurate in quantifying linear tooth movements? *BMC Oral Health* 2022;22:103.

116. Li B, Xu YM, Shi RY, Hu YR, Liu SY, Gu ZX. A retrospective study of the accuracy of Invisalign progress assessment with clear aligners. *Sci Rep* 2023;13:9000.
117. Lyotard N, Hans M, Nelson S, Valiathan M. Short-term postorthodontic changes in the absence of retention. *Angle Orthod* 2010;80:1045-50.
118. Al-Dboush RE, Al-Zawawi E, El-Bialy T. Do orthodontic treatments using fixed appliances and clear aligner achieve comparable quality of occlusal contacts? *Evid Based Dent* 2022;23:160-1.
119. Kim KY, Ahn HW, Kim SH, Nelson G. Effects of a new type of clear overlay retainer on occlusal contacts. *Korean J Orthod* 2017;47:207-12.
120. Bichu YM, Alwafi A, Liu X, Andrews J, Ludwig B, Bichu AY, et al. Advances in orthodontic clear aligner materials. *Bioact Mater* 2023;22:384-403.
121. Kučera J, Marek I, Littlewood SJ. The effect of different bonded retainer wires on tooth mobility immediately after orthodontic treatment. *Eur J Orthod* 2022;44:178-86.
122. Demir A, Babacan H, Nalcac R, Topcuoglu T. Comparison of retention characteristics of Essix and Hawley retainers. *Korean J Orthod* 2012;42:255-62.
123. Garcia-Nunez W, Vezina GC, Aras I. Comparison of 2 different wear protocols of vacuum-formed retainers with respect to the conventional parameters and 3-dimensional superimpositional analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2023;163:743-55.e1.
124. Jedliński M, Mazur M, Schmeidl K, Grocholewicz K, Ardan R, Janiszewska-Olszowska J. Orthodontic Retention-Protocols and Materials-A Questionnaire Pilot Study among Polish Practitioners. *Materials (Basel)*. 2022;15(2):666.
125. Littlewood SJ, Dalci O, Dolce C, Holliday LS, Naraghi S. Orthodontic retention: what's on the horizon? *Br Dent J* 2021;230:760-4.
126. El-Altı L, Sandman L, Munthe C. Person centered care and personalized medicine: irreconcilable opposites or potential companions? *Health Care Anal* 2019;27:45-59.
127. Krämer A, Sjöström M, Hallman M, Feldmann I. Vacuum-formed retainer versus bonded retainer for dental stabilization in the mandible-a randomized controlled trial. Part I: retentive capacity 6 and 18 months after orthodontic treatment. *Eur J Orthod* 2020;42:551-8.

## 11. PRACE STANOWIĄCE PODSTAWĘ DO UBIEGANIA SIĘ O STOPIEŃ NAUKOWY

- 1) Jedliński M, Grocholewicz K, Mazur M, Janiszewska-Olszowska J. What causes failure of fixed orthodontic retention? - systematic review and meta-analysis of clinical studies. Head Face Med. 2021;17(1):32. <https://doi.org/10.1186/s13005-021-00281-3> Impact Factor: 2.246; Punktacja MEiN: 100.000

- 2) Jedliński M, Mazur M, Schmeidl K, Grocholewicz K, Ardan R, Janiszewska-Olszowska J. Orthodontic Retention-Protocols and Materials-A Questionnaire Pilot Study among Polish Practitioners. *Materials* (Basel). 2022;15(2):666. doi:10.3390/ma15020666 Impact Factor: 3.400; Punktacja MEiN: 140.000
  
- 3) Jedliński M, Tandecka K, Grocholewicz K, Janiszewska-Olszowska J. 3D Microanalysis of tooth movement during the first six months of orthodontic double retention. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2024; Ahead of print. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2023.07.018> Impact Factor: 3.000; Punktacja MEiN: 100.000