

JOANNA ANTOSZEWSKA

**WYKORZYSTANIE TYMCZASOWEGO ZAKOTWIENIA
KORTYKALNEGO W LECZENIU ZABURZEŃ
ZGRYZOWO-ZĘBOWYCH**



WROCŁAW 2009

Rozprawa na stopień doktora habilitowanego

Praca wykonana w Katedrze i Zakładzie Ortopedii Szczękowej
i Ortodontji Akademii Medycznej im. Piastów Śląskich
we Wrocławiu

Kierownik Katedry i Zakładu
dr hab. Beata Kawala

5/2009

Recenzja wydawnicza
dr hab. Beata Kawala

Opracowanie redakcyjne
Małgorzata Kuniewska-Kaucz

Skład i łamanie
Zofia Gacek

© WYDAWCA: AKADEMIA MEDYCZNA WE WROCŁAWIU

Nakład: 80 egz.

Druk: „ARGI”

ISBN 978-83-7055-489-7

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie – uzasadnienie tematyki podjętych badań.....	5
1.1. Zalety polskiej kompleksowej diagnostyki wad zgryzowo-zębowych wraz z rozkładem epidemiologicznym.....	5
1.2. Metody leczenia wad zgryzu	7
1.3. Podział konwencjonalnych struktur wykorzystywanych jako zakotwienie i efekty uboczne ich wyboru	9
1.4. Rozwój zakotwienia absolutnego (maksymalnego): implanty protetyczne, chirurgiczne i ortodontyczne	19
2. Cel i założenia pracy.....	29
2.1. Pytania badawcze	29
2.2. Cel pracy.....	30
3. Materiał i metody.....	31
3.1. Materiał badany.....	31
3.2. Metodyka badań	45
3.3. Analiza statystyczna	54
4. Wyniki	58
4.1. Korelacje parametrów diagnostycznych	58
4.2. Parametry diagnostyczne a stabilność TAD	60
4.3. Miejscowe parametry kliniczne a stabilność TAD	60
5. Omówienie wyników badań i dyskusja	79
6. Wnioski	92
6.1. Odpowiedzi na postawione pytania badawcze	92
6.2. Realizacja celów badawczych.....	92
6.3. Wniosek ogólny	93
7. Piśmiennictwo	94
8. Streszczenie	106
9. Summary.....	109

1. WPROWADZENIE – UZASADNIENIE TEMATYKI PODJĘTYCH BADAŃ

1.1. ZALETY POLSKIEJ KOMPLEKSOWEJ DIAGNOSTYKI WAD ZGRYZOWO-ZĘBOWYCH WRAZ Z ROZKŁADEM EPIDEMIOLOGICZNYM

Zaburzenie okluzji jest odchyleniem od normy biologicznej wprowadzonej przez Orlik-Grzybowską i od 1958 roku powszechnie stosowanej w Polsce (Orlik-Grzybowska 1976), a definiowanej jako zespół cech morfologicznych i czynnościowych, określających prawidłowy rozwój narządu żucia. Norma morfologiczna to właściwy kształt i wielkość struktur układu stomatognatycznego z uwzględnieniem ich zmienności towarzyszącej procesom wzrostu zespołu twarzowo-szczękowego. Normę tę tworzą szczegółowe charakterystyki określane opisowo albo – o wiele dokładniej – w sposób ilościowy, mierzalny za pomocą przyjętych (najczęściej z antropometrii) wskaźników poglądowości, przedstawiając wymiar jednego parametru w procentach wymiaru innego (Masztalerz 1995).

Taki sposób opisywania wzajemnych relacji pomiarów dotyczących budowy ciała – w tym struktur narządu żucia – jest rozpowszechniony w ortodontji, czego przykładem jest uznany na świecie i w Polsce wskaźnik Boltona (Bolton 1958), szacujący zakres i umiejscowienie stłoczeń zębowych, niezwykle istotny przy podejmowaniu decyzji o ewentualnych ekstrakcjach. Norma czynnościowa zmienia się wraz z dojrzewaniem układu nerwowego, mięśniowego i kostnego. Miernikiem prawidłowego rozwoju czynności narządu żucia jest m.in. zmiana dotylnej pozycji żuchwy z bezzębny walec dziąsłowym – wysunięcie po 4 miesiącu życia, zanik odruchu ssania po roku życia, zmiana sposobu połykania – wisceralnego na somatyczny oraz dojrzewanie odruchu nabytego – mowy artykulacyjnej (Czochońska 1995, Stecko 2002).

Prawidłowe rozpoznanie wad zgryzowo-zębowych opiera się na dokładnej analizie stosunków morfologicznych twarzy i narządu żucia oraz na ocenie czynności, z uwzględnieniem zmienności rozwojowej. Stwierdzenie wady polega więc nie tylko na ujawnieniu niezgodności z normą biologiczną, ale także na odpowiedniej klasyfikacji zaburzenia. Zgodnie z polską diagnostyką ortodontyczną (tab. 1), opartą na systematyce Simona i przyjętą na Ogólnopolskiej Konferencji Ortodontów w 1954 roku, zaburzenia zgryzu mogą być poprzeczne, pionowe i przednio-tylne (poziome lub podłużne). Unikatową cechą tej

diagnostyki, której nie ma w podziałach międzynarodowych, jest wpływające na plan leczenia wyodrębnienie – w zaburzeniach zgryzu w każdej płaszczyźnie – komponentu szkieletowego i zębowego. Jedynie w polskim mianownictwie ortodontycznym występuje nadzgrzyz pierwotny i wtórny, których etiologia, objawy i sposób terapii są inne niż w przypadku szkieletowego zgryzu głębokiego. Isaacson i wsp. (1977), Śmiech-Słomkowska i Mikołajczyk (1996), Ferrario i Sforza (1997), Bishara (1998), Karlsen i Krogstad (1999), Vukusić i wsp. (2000), Liśniewska-Machorowska i wsp. (2002), Kim i wsp. (2002) w ciągu ostatnich dziesiątków lat potwierdzili występowanie różnic między budową kośćca czaszki a stanem okluzji, co dowodzi, że stosowany w Polsce szczegółowy podział wad zgryzu i ich szkieletowo-zębowa nomenklatura pozwalają zgromadzić pełne dane diagnostyczne, niezbędne do planowania terapii ortodontycznej.

Inną zaletą i nadal – mimo upływu czasu – innowacyjnym wyróżnikiem diagnostyki Orlik-Grzybowskiej jest pełny opis zaburzeń okluzji będący nie tylko prostą analizą deskryptywną w dwóch płaszczyznach, ale również określeniem każdej płaszczyzny, której przekroczenie prowadzi do wady zgryzu. Tylko w takim ujęciu zaburzenia okluzji i nieprawidłowości zębowe występują we wszystkich trzech płaszczyznach przestrzennych; tym samym polska diagnostyka pozwala na trójwymiarowe określenie całości stosunków morfologicznych zespołu twarzowo-szczękowego i wpływu zniekształceń szczękowych na dysharmonię rysów twarzy (Orlik-Grzybowska 1976). Podział wad zgryzowo-zębowych uwzględnia również dynamiczny stosunek dolnego łuku zębowego do łuku górnego, we wszystkich możliwych sytuacjach zgryzowych: taka analiza nie występuje w mianownictwie międzynarodowym, czego potwierdzeniem jest stosowanie określenia *occlusio*, opisującego jedynie statyczne zwiarcie łuków zębowych. Polska nomenklatura ortodontyczna odpowiada więc zasadom nowoczesnej diagnostyki, uwzględniającej szeroko element funkcji: o rozpoznaniu nie decyduje jedynie wzajemny stosunek obu łuków zębowych, którego podstawą jest m.in. od dawna kwestionowany dogmat Angle'a o stałości położenia pierwszych górnych stałych zębów trzonowych (Angle 1887), ale dynamiczna próba przywrócenia prawidłowych relacji zgryzowych – testy czynnościowe Orlik-Grzybowskiej (1976).

Szczegółowa diagnostyka uwzględniająca zespół zębowo-czaszkowo-twarzowy, powstała nie tylko na podstawie warunków zębowo-zgryzowych; wymagała też oceny rysów twarzy i ewaluacji radiogramów. Mc Namara i Ellis (1988), oceniając grupę 111 pacjentów z Ann Arbor, w wieku 17–37 lat, wyłonili sześć różnych typów profilu tkanek miękkich skojarzonych z prawidłową okluzją i konfiguracją szkieletową, podkreślając tym samym znaczenie zmienności osobniczej przy podejmowaniu decyzji o terapii ortodontycznej. Segner (1989) twierdził natomiast, że zarówno typ profilu, jak i występujące kompensacje zębowe mogą maskować nasilenie nieprawidłowości zgryzowych, dlate-

go zwracał uwagę na znaczenie odpowiedniej analizy wzorca szkieletowego na teleradiogramie czaszki, wymagającej norm ustalanych odrębnie dla poszczególnych pacjentów. Turchetta i wsp. (2007) podkreślili zgodność tej koncepcji ze współczesnym przekonaniem, iż morfologia szkieletu, zgryzu i tkanek miękkich to cechy odpowiedzialne za niepowtarzalność danej jednostki, dlatego każde zaburzenie zgryzu należy rozpatrywać jako przypadek indywidualny, odzwierciedlający osobniczy rozwój narządu żucia, co dowodzi trafności wyboru indywidualnej metody analizy teleradiogramu (Segner i Hasund 1996) uzupełniającego dokładne mianownictwo Orlik-Grzybowskiej.

Przeprowadzona na podstawie przedstawionego podziału wad zgryzo-zębowych, ocena epidemiologiczna polskiej populacji w ostatnim dziesięcioleciu nie poddaje się jednoznacznej interpretacji; przyczyną mogą być – z jednej strony – występujące niekiedy trudności diagnostyczne (Munir i wsp. 2001), z drugiej – śladowe wręcz doniesienia o rozkładzie procentowym wad zgryzu u pacjentów młodocianych i dorosłych, którzy obecnie coraz częściej zgłaszają się do leczenia ortodontycznego. Suszczewicz i wsp. (2001) podali, że w 1995 r. dominującym zaburzeniem okluzji u 18-latków były stłoczenia (29,19%), zgryzy krzyżowe (14,41%), zgryzy głębokie (12,53%), wady dotylne (10,59%) i zgryzy otwarte (9,14%). Analiza frekwencji wad zgryzu populacji w wieku 20–50 lat prezentowała podobną sekwencję: Golusik i wsp. (2005) potwierdzili dominację stłoczeń (56%) i zgryzów krzyżowych (15%), wady dotylne natomiast rozpoznawali częściej (11%) niż zgryzy głębokie (8%) i otwarte (6%).

1.2. METODY LECZENIA WAD ZGRYZU

Leczenie ujawnionych w przedstawionych rozkładach procentowych wad zgryzu u dorosłych nie ma jednakowego stopnia trudności: zgryzy krzyżowe częściowe lub jednostronne poddają się prostym (Bayrak i Tunc 2008, Anhoury 2009), chociaż czasem kosztownym (Kravitz i wsp. 2009), zabiegom ortodontycznym, leczenie natomiast nasilonych stłoczeń, zaburzeń pionowych i wad dotylnych wymaga przede wszystkim rozważenia ekstrakcji, a następnie: skomplikowanych i różnorodnych mechanizmów przemieszczeń zębowych, którym musi towarzyszyć wzmocnienie zakotwienia (Yao i wsp. 2008, Shpack i wsp. 2008, Patel i wsp. 2009).

Antropogenezę – już we wczesnym etapie – charakteryzowało postępujące zmniejszanie części twarzowej czaszki, a zatem i układu stomatognatycznego. W gromadzie ssaków miernikiem tego zmniejszenia była malejąca formuła zębowa: pisane kolejno liczby zębów siecznych, kłów, przedtrzonowych i trzonowych w kwadrancie. Od żyjących przed 150 milionami lat prassaków owadożernych, gdy formuła ta wynosiła 4147, przez ssaki łożyskowe o mniejszej liczbie zębów siecznych i trzonowych – 3143, aż do formuły 2123, właści-

wej dla wyższych form naczelnych, w szczególności dla szczepu małp wąskonosych *catarrhina*, które pojawiły się już w oligocenie, tj. przed 40 milionami lat, a także dla człowieka (Masztalerz 1995). Niezależnie jednak od tendencji ewolucyjnych – redukcji narządu żucia współczesnego człowieka w związku ze zmianą diety i warunków bytowych, usuwanie lub też zachowanie zębów w leczeniu ortodontycznym zaburzeń zgryzowo-zębowych jest nadal jednym z kluczowych zagadnień planu leczenia, którego celem jest uzyskanie indywidualnego *optimum* morfologicznego, czynnościowego i estetycznego. *Optimum* morfologiczne polega na tym, że łuki zębowe są ciągłe, bez warunku obecności wszystkich zębów, a zęby górne nieznacznie zachodzą na dolne. Jest ono odpowiednikiem *optimum* czynnościowego, w którym podczas zwarcia zęby górne i dolne wzajemnie się podpierają, a podczas ruchów żuchwy nie są wyważane. Uzyskanie *optimum* czynnościowego poprawia z reguły wygląd twarzy, nie zacierając cech indywidualnych, co określa się jako *optimum* estetyczne (Śmiech-Słomkowska 1994, Kinzinger i wsp. 2009).

Czynne w okresie rozwojowym procesy wzrostu pozwalają na szerokie i skuteczne działanie ortopedyczne, będące w stanie korygować kierunki wzrostu, modyfikując jednocześnie w pożądanym terapeutycznie sposób czynność zespołów mięśniowych narządu żucia i modelując jego strukturę szkieletową. Względna plastyczność młodej, bogatej w jamki szpikowe, kości wyrostków i części zębodołowych szczęki oraz żuchwy umożliwia stosunkowo łatwe przemieszczanie nieprawidłowo ustawionych zębów, bez konieczności ekstrakcji (Masztalerz 1995, Proffit 2007). Po skoku wzrostowym efektywność czynnościowych metod ortopedii szczękowej zmniejsza się, stąd przywrócenie triad czynnościowych i normalizacja nagryzów są realizowane albo przez dystalizację całego uzębienia szczęki, albo – po ekstrakcji pierwszych zębów przedtrzonowych – za pomocą retrakcji zębów siecznych i kłów, i mezjalizacji zębów bocznych. Ekstrakcji wymagają zazwyczaj nasilone stłoczenia z utrwalonym wymiarem międzykłowym i zgryzy otwarte; zmniejszenie liczby zębów odgrywa też pewną rolę w leczeniu tyłozgryzów (Andrych i wsp. 2007, Greenstein i wsp. 2008, Kojima i wsp. 2009, Kurosawa i wsp. 2009).

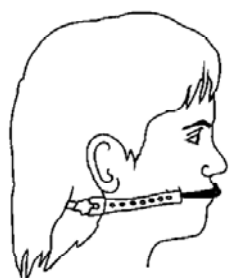
Mimo istniejącej ewidencji potwierdzającej brak negatywnego wpływu terapeutycznej redukcji uzębienia na profil i staw skroniowo-żuchwowy (Yong i Smith 1993, Di Biase i Sandler 2001, Janson i wsp. 2007), zachowanie ciągłości łuków zębowych jest jednym z najważniejszych aspektów estetycznych, zwłaszcza dla pacjentów dorosłych (Greenstein i wsp. 2008). Postęp nauki umożliwiający doskonalenie metod diagnostycznych oraz rozwój technicznych parametrów stosowanej aparatury może być wyznacznikiem granic kompromisu między celem terapeutycznym lekarza – dążeniem do uzyskania prawidłowej okluzji łuków zębowych, a oczekiwaniami pacjenta (Janiszewska i wsp. 2003, Hall i wsp. 2009). Niemniej jednak, niezależnie od uzyskanego konsensusu w sprawie pozostawienia bądź zmniejszenia liczby zębów podczas przywracania optymal-

nej morfologiczno-czynnościowej okluzji, wszystkie towarzyszące temu przesunięcia zębowe wymagają (zwłaszcza u pacjentów dorosłych) wzmocnienia zakotwienia – złotego standardu ortodontji XXI wieku.

1.3. PODZIAŁ KONWENCJONALNYCH STRUKTUR WYKORZYSTYWANYCH JAKO ZAKOTWIENIE I EFEKTY UBOCZNE ICH WYBORU

Zgodnie z trzecią zasadą dynamiki Newtona zadziaływanie na dany obiekt siłą powoduje natychmiastowe powstanie siły reakcji o takiej samej wartości, ale przeciwnie skierowanej, co w ortodontji definiuje się z jednej strony jako opór wobec niepożądanego ruchu zębów, z drugiej – jako punkt podparcia dla celowych przemieszczeń zębowych (Mulligan 2002, Proffit 2007). Konwencjonalne zakotwienie może pochodzić z czterech różnych miejsc: a) pozaustnych struktur części twarzowej czaszki, b) błony śluzowej i przyległej do niej kości, c) zębów, d) implantów (Antoszevska i Jakubowska 2006).

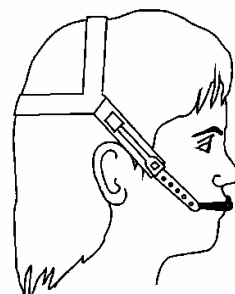
Do czynników wpływających istotnie na jakość zakotwienia zalicza się powierzchnię ozębnej zębów oporowych i dystalizowanych, kształt wału podniebiennego, kąt płaszczyzny podstawy żuchwy, aktywność nerwowo-mięśniową, konstrukcję i osadzenie aparatu oraz tylne płaszczyzny nagryzowe podnoszące zgryz i znoszące kotwiący potencjał wzajemnego zaguzkowania (Roberts-Harry i Sandy 2004). Prosta strategia kontrolowania zakotwienia, stosowaną od ubiegłego stulecia jest wyciąg zewnętrzny – *headgear*, który wykorzystuje zewnętrzne struktury czaszki i kręgosłup jako punkty podparcia dla sił ortodontycznych przykładanych do zębów za pośrednictwem łuku twarzowego (łuku Klöena). Przebieg i długość ramion zewnętrznych łuku pozwalają dokładnie określić kierunek przesunięć zębowych (Teuscher 1986).



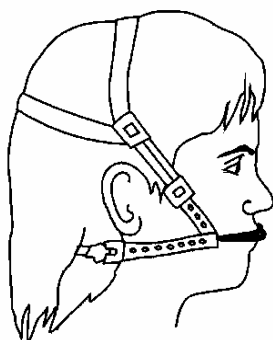
Ryc. 1. Wyciąg karkowy

Jeżeli taśmy ciągnące leżą na karku – w wyciągu niskim, zwanym inaczej karkowym – to na zęby trzonowe działa wprawdzie siła ekstruzyjna, ale jednocześnie ulegają one dystoinklinacji, której jedynie do pewnego stopnia przeciwdziała zmiana kierunku nachylenia i długości ramion zewnętrznych łuku twarzowego (ryc. 1). Przesunięcie taśm na sklepienie czaszki – w wyciągu wysokim, nazywanym też potylicznym – zmienia kierunek siły na bardziej pionowy, z czego wynika wprawdzie mniejsza ekstruzja i dystoinklinacja zęba trzonowego, ale też i jego mniejsza dystalizacja (ryc. 2).

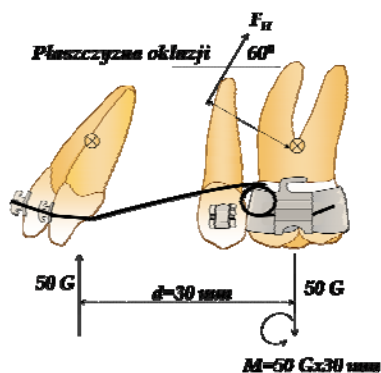
Wyciąg kombinowany, czyli połączenie *headgear* potylicznego i karkowego pozwala działać na zęby trzonowe siłą powodującą praktycznie ich równoległe przesunięcie, bez nadmiernej dystoinklinacji i/lub wydłużenia (ryc. 3). Dzięki kontrolowanemu kierunkowi siły wytwarzanej przez *headgear*, zęby trzonowe, do których jest ona przykładana, podlegają nie tylko kontroli przednio-tylnej, ale i pionowej.



Ryc. 2. Wyciąg potyliczny



Ryc. 3. Wyciąg kombinowany



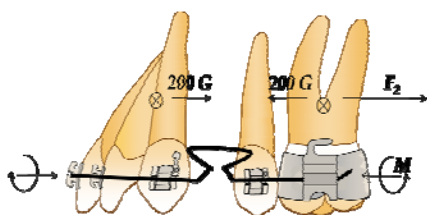
Ryc. 4. Siły akcji i reakcji działające podczas intruzji zębów przednich z kontrolą zakotwienia

Według Burstone'a (1982) podczas domykania luk poekstrakcyjnych łukami fragmentarycznymi z pętlami „T” osłabienie ich silnego komponentu dystoinklinującego korony zębów oporowych było osiągalne za pomocą wyciągu potylicznego z krótkimi, zagiętymi do góry ramionami zewnętrznymi łuku twarzowego.

Melsen i Bosch (1997) donieśli, że stosowanie wyciągu czaszkowego do dystalizacji zębów trzonowych w celu odtworzenia klasy I, bez ich jednoczesnej intruzji, powodowało niepożądane powiększenie kąta między podstawą szczęki i żuchwy, co prowadziło do niekorzystnej w wadach dotylnych, posteriorotacji żuchwy. Fenomen ten był szczególnie nasilony u pacjentów z zakończonym wzrostem, u których ustabilizowana pozycja wyrostka kłykciowego – brak pionowego przyrostu i następczej autorotacji

zuchwy – nie kompensowała ekstruzji zębów bocznych. Rozkład sił działających na uzębienie i szczękę podczas stosowania zakotwienia zewnątrzustnego jest nadal poddawany szczegółowym analizom.

Współczesną matematyczno-fizyczną koncepcję oznaczania sił wyciągu czaszkowego niwelujących skutki uboczne powstające w tylnym odcinku łuku zębowego podczas przemieszczania zębów przednich przedstawił Braun (2004), na podstawie analizy działania dźwigni spływającej nagryz pionowy oraz mechanizmu domykania luk poekstrakcyjnych. Dźwignia Burstone'a (ryc. 4), której siła o wartości 50 G, intrudując zęby sieczne i przechodząc przez ich centrum oporu, powoduje jednoczesną niepożądaną ekstruzję zębów bocznych z siłą o tej samej wartości, czemu zapobiegać ma wyciąg potyliczny, stosowany przez 8 godzin na dobę. Zgodnie z I zasadą dynamiki Newtona, ząb oporowy pozostaje nieruchomy, jeśli suma działających na niego sił wynosi 0. Z przekształcenia równania opisującego równowagę sił zewnątrz- i wewnątrzustnych działających w określonym przedziale czasowym ($50 \text{ G} \times 24 \text{ h} = F_1 \times 8 \text{ h}$), otrzymuje się wymaganą wartość pionowej siły wyciągu 150 G. Ze względu na nachylenie (60°) kierunku siły wywołanej przez *headgear* do płaszczyzny okluzji bocznego odcinka łuku, siła wyciągu – F_H , będąca wypadkową składowej pionowej F_1 i poziomej F_2 , wynosi: $F_H = F_1 / \sin 60^\circ$. Ostatecznie, przyjmując że $F_H \sin 60^\circ \times 8 \text{ h} = 50 \text{ G} \times 24 \text{ h}$, wartość F_H wynosi 173 G. W celu zniwelowania dystalnego momentu obrotowego w segmencie bocznym łuku zębowego jest także wyznaczana odległość punktu przyłożenia siły taśm ciągnących *headgeara* od centrum oporu zębów trzonowych, koniecznej do wytworzenia równoważącego momentu mezialnego ($173 \text{ G} \times 8 \text{ h} \times D = 50 \text{ G} \times 24 \text{ h} \times 30$, czyli $D = 26,01 \text{ mm}$).



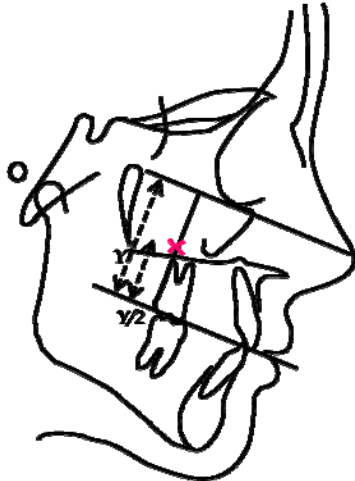
Ryc. 5. Siły akcji i reakcji działające podczas retrakcji zębów przednich z kontrolą zakotwienia

Drugim przykładem jest stosowanie wyciągu karkowego do wzmocnienia zakotwienia podczas retrakcji zębów przednich siłą o wartości 200 G (ryc. 5), której całodobowe, mezializujące działanie na zęby trzonowe hamuje skutecznie siła pozioma F_2 o wartości 480 G ($200 \text{ G} \times$

$\times 24 \text{ h} = F_H \times 10 \text{ h}$). W przypadku angulacji ramion zewnętrznych łuku twarzowego, gdy przebieg siły wyciągu ma kierunek skośny do płaszczyzny okluzji, wartość siły wzrasta do 679 G ($480 \text{ G} / \cos 45^\circ$) dla wyciągu karkowego oraz do 627 G ($480 / \cos 40^\circ$) dla wyciągu wysokiego; dodatkowe utrudnienie obliczeń stanowi

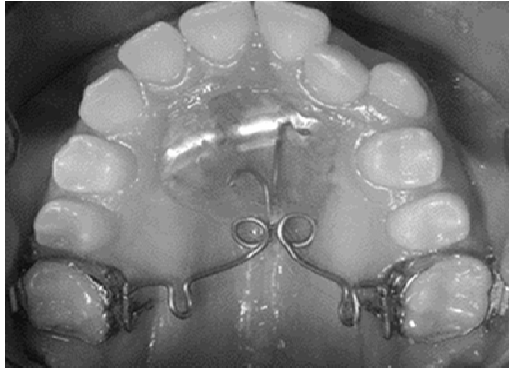
fakt, że podczas retrakcji zębów przednich za pomocą mechaniki ślizgowej, centrum oporu bocznego segmentu reaktywnego (połączonego w jeden blok) nie leży w trifurkacji zęba trzonowego. Lee (1997) podał, że zostaje ono także przesunięte, gdy – u pacjentów młodocianych – wyciąg zewnętrzny wywiera działanie ortopedyczne; centrum oporu zespołu szczękowo-zębowego znajduje się wówczas w połowie odległości między płaszczyzną okluzji i frankfurką, na odcinku łączącym te proste, stycznym do dystalnej powierzchni pierwszego górnego zęba trzonowego (ryc. 6).

Czasochłonne i precyzyjne doginanie ramion łuku twarzowego i aktywacja taśm ciągnących teoretycznie zapewniały zakotwienie maksymalne, ale metabolizm jednostki kotwiącej nie odzwierciedlał jednak czysto fizycznej koncepcji działania aparatu.



Ryc. 6. Położenie centrum oporu zespołu szczękowo-zębowego

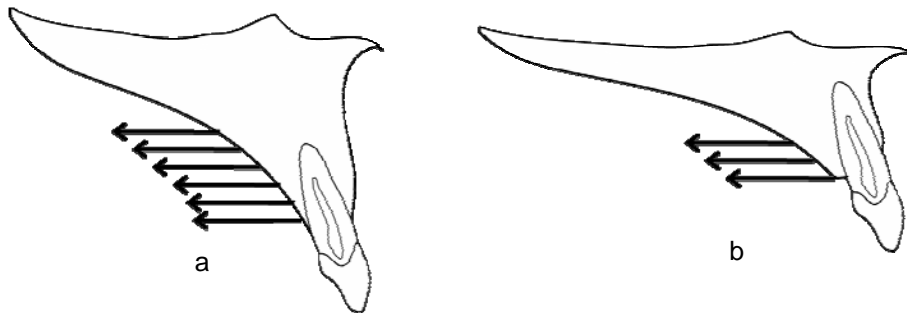
Z doniesień Melsen i Bosch (1997) wynikało, że z biologicznego punktu widzenia każda, nawet najdrobniejsza, zmiana położenia segmentu oporowego prowadziła do raptownego wzrostu aktywności komórek w więzadłach ozębnej, a tym samym – do przyspieszenia ruchu zęba, dlatego nie zalecano prowadzenia niwelacji w jednostce kotwiącej przed przystąpieniem do retrakcji kłów i zębów siecznych. Autorzy dowiedli, że 8- czy 10-godzinne noszenie *headgeara*, skuteczne w ujęciu czysto fizycznym, nie znalazło potwierdzenia w analizie biomechanicznej: aktywność osteoblastów i osteoklastów w ozębnej zespołu oporowego wymuszała całodobowe stosowanie wyciągu.



Ryc. 7. Aparat pendulum

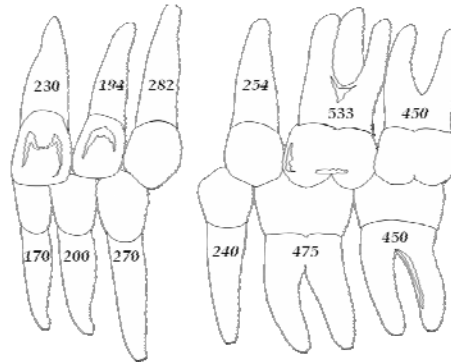
Opisany przez Hilgersa (1992) aparat pendulum (ryc. 7) był jednym z pierwszych i nadal stosowanych przykładów wykorzystania błony śluzowej i przylegającej do niej kości, jako elementów istotnie zwiększających zakotwienie, dzięki osadzeniu na tych strukturach anatomicznych akrylowej płyty aparatu ortodontycznego do cofania zębów bocznych. Konstrukcja ta doczekała się modyfikacji, takich jak aparat Nance'a do

jednostronnej dystalizacji zębów trzonowych zaproponowany przez Reiner (1992) oraz Keles slider[®] opisany i opatentowany przez Keles (2001), zaprojektowany do równoległego asymetrycznego przemieszczenia dotylnego górnych zębów trzonowych. Działanie tych aparatów miało pewne ograniczenia anatomiczne: zbyt niski wał podniebienny powodował osłabienie wartości oporowej wykonanej z akrylu płyty, co skutkowało przeniesieniem siły reakcji na zęby przedtrzonowe i sieczne prowadząc, odpowiednio, do ich niepożądanego mezjalizacji i protruzji (ryc. 8). Rozległy kontakt płyty z wałem podniebiennym chronił zęby boczne przed utratą zakotwienia, największą w przypadku płaskiego podniebienia, bez względu na to, czy źródłem oporu był aparat zdejmowany (jedno- lub dwuszcękowy), czy stały, w mniejszym stopniu zależny od współpracy z pacjentem (Roberts-Harry i Sandy 2004).



Ryc. 8. Typy wału podniebiennego: a) stromy, b) płaski; liczba strzałek symbolizuje wartość siły przeciwdziałającej mezjalizacji i wychyleniu zębów siecznych

Proffit (2007) omówił rolę pojedynczych zębów własnych w zakotwieniu, podkreślając, że jest to zakotwienie wzajemne – minimalne, wykorzystywane, np. przy zamykaniu diastemy: wówczas siły przyłożone do zębów jednoimiennych są równe i taki sam jest zakres ich przemieszczenia, czego nie obserwuje się przy zamykaniu luki po ekstrakcji pierwszego zęba przedtrzonowego, jeśli trzeba ją domykać od przodu i od tyłu. W tym przypadku wartość siły przenoszona na trzy zęby przednie



Ryc. 9. Wielkości pól powierzchni ozębnej

i dwa zęby boczne jest wprawdzie taka sama, ponieważ działanie sprężyny zamkniętej na jeden odcinek daje równą i przeciwnie skierowaną siłę na odcinek drugi, odpowiedź biologiczna jest jednak różna, gdyż zależy nie tylko od wielkości fizycznej – siły, ale od pola ozębnej, na które siła się rozkłada. Ponieważ całkowita powierzchnia ozębnowa dwóch zębów bocznych jest nieznacznie większa od pola ozębnowego zębów przednich (ryc. 9), te ostatnie będą przemieszczały się nieznacznie szybciej, nie będzie więc to prawdziwy ruch wzajemny, a jedynie do niego zbliżony. Taki mechanizm wewnątrzłukowego wzmocnienia oporu dla działającej siły – zwiększenie wartości kotwicowej zębów własnych jednego łuku zębowego przez połączenie ich w grupy – opisano wielokrotnie w piśmiennictwie, przedstawiając mechanikę korekty II klasy Angle'a i II klasy kłowej za pomocą magnesów jednoimiennych (Steger i Blechman 1995), sprężyn superelastycznych (Gulati i wsp. 1998, Bondemark 2000, Dunin-Wilczyńska 2001), czy aparatu jones-jig (Haydar i Ünner 2000, Paul i wsp. 2002). Mechanika wzajemnych przesunięć zębowo-szczękowych – zakotwienie międzyszczękowe – w aparatach stałych do korekty nie tylko położenia górnych zębów trzonowych, ale do czynnościowej korekty II klasy Angle'a i II klasy kłowej: wysuwania żuchwy (ryc. 10), została opisana zarówno na przykładzie sztywnego aparatu Herbsta (Pancherz i Anehus-Pancherz 1993), jak i dystalizatora Carrière (Carrière 2004), czy też sprężystego aparatu jasper-jumper (Küçükkeleş 2007). Autorzy ci ocenili zębowe zakotwienie międzyszczękowe jako skuteczne, podkreślając jednak, że stosowanie wszystkich zakotwionych zębowo wyciągów międzyszczękowych w leczeniu wad dotylnych prowadziło do niepożądanego mezjoinklinacji i mezjorotacji dolnych zębów trzonowych oraz ekstruzji górnych zębów przednich. Dolne zęby trzonowe

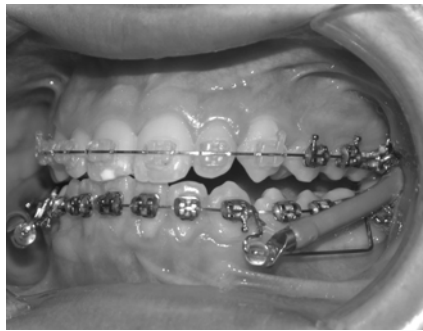
również zostały wydłużone, ale – w przypadku pogłębionego nagryzu pionowego towarzyszącego tyłozgryzom z retruzją – było to pożądane.



a

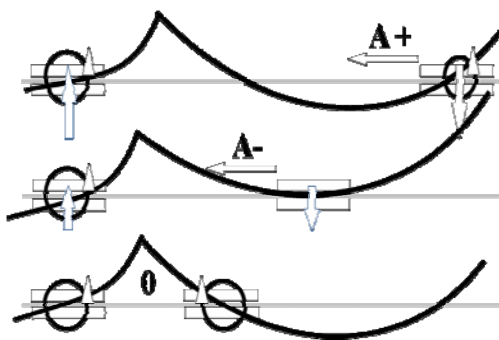


b



c

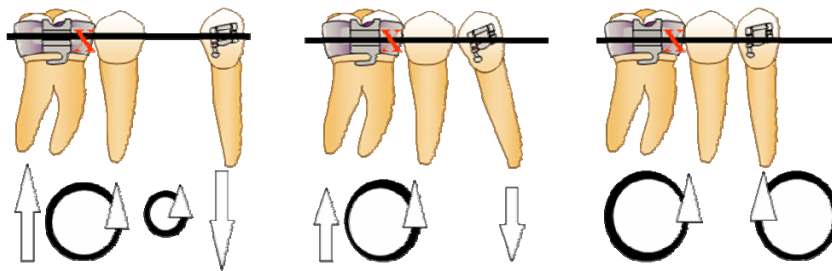
Ryc. 10. Aparaty zakotwione dwuszcękowo: a) modyfikacja zawiasu Herbsta, b) dystalizator Carrière, c) jasper-jumper



Ryc. 11. Momenty obrotowe układu „zęb oporowy – zęb dystalizowany” w zależności od odległości między zamkami; schemat właściwy dla żuchwy

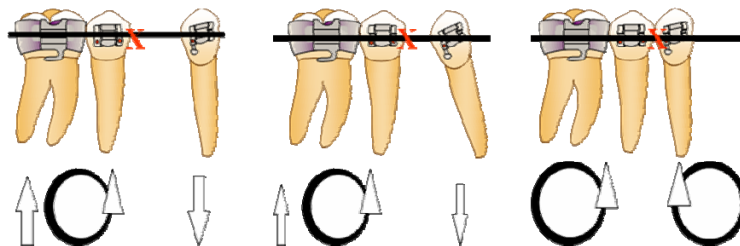
Całkowicie odmienną koncepcję kontroli zakotwienia przedstawił Mulligan (2002), opisując możliwość uzyskania praktycznie każdego w pełni kontrolowanego przesunięcia ortodontycznego bez aparatów wzmacniających zakotwienie, czy to jedno-, czy dwuszcękowych, a jedynie z wykorzystaniem zębów własnych. Autor dowiódł, że podczas zamykania luki poekstrakcyjnej, o wartości oporowej nie decyduje powierzchnia ożębnowa, ale sprężystość drutu, na

którym dokonuje się przesunięcie zęba oraz odległość między jednostką kotwiącą i dystalizowaną (dystans między zamkami, „z”). Zgodnie z tą teorią, wielokrotnie potwierdzoną klinicznie (Mulligan 2002, Mulligan 2002, Mulligan 2008), zagięcie *tip-back* bezpośrednio przed zaczepem na zębie oporowym wywoływało jego korzystną dystoinklinację, wartość i wielkość siły i/lub momentu obrotowego działającego na kieł zależała natomiast od jego odległości („d”) względem omawianego zagięcia drugorzędowego (ryc. 11).



Ryc. 12. Korzystny rozkład momentów obrotowych przy zmniejszeniu powierzchni ożębnowej jednostki kotwiącej; „x” – miejsce zagięcia *tip-back*

Jeśli odległość „d” przekraczała $\frac{2}{3}$ dystansu „z” ($d > \frac{2}{3} \times z$, sytuacja A+), to na obydwie zęby działały momenty obrotowe o różnych wartościach, ale tych samych kierunkach; wypadkowy moment obrotowy całego układu odpowiedzialny za zakotwienie był wówczas największy i działał najmocniej na ząb oporowy. Jeśli odległość „d” wynosiła $d = \frac{2}{3} \times z$ (sytuacja A-), moment obrotowy kotwiący ząb trzonowy był wprawdzie obecny, ale jego działania nie wzmacniał już moment obrotu kła. Dalsze zmniejszenie dystansu „d” powodowało wytworzenie momentów obrotowych skierowanych przeciwnie (sytuacja 0), które działały podczas zakotwienia wzajemnego, czyli minimalnego. W tym ujęciu biomechanicznym wyłączenie drugiego zęba przedtrzonowego z aparatu, czyli zmniejszenie powierzchni ożębnowej jednostki kotwiącej, a tym samym: zwiększenie odległości między punktami przyłożenia siły, miało większą wartość oporową (ryc. 12) aniżeli zwiększona powierzchnia ożębnowa, kiedy zakotwienie było teoretycznie wzmocnione połączeniem zęba trzonowego i przedtrzonowego w jeden blok (ryc. 13).



Ryc. 13. Niekorzystny rozkład momentów obrotowych przy zwiększeniu powierzchni ożębnowej jednostki kotwiącej; „X” – miejsce zagięcia *tip-back*

W piśmiennictwie istnieje wiele doniesień na temat skuteczności opisanych typów zakotwienia. W latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku, niektórzy zwolennicy wyciągów zewnątrzustnych rekomendowali *headgear* potyliczny w zaburzeniach zgryzu z mocno powiększonym nagryzem poziomym i koniecznością utrzymania I klasy Angle’a, podkreślając jednak – w analizie odległej – że sukces terapii całkowicie zależał od zaangażowania pacjenta w leczenie (Lloyd 1979, Stephens 1980, Rudge 1981). Współpraca z pacjentem, który często nie akceptował niewygodnego i upośledzającego estetykę twarzy aparatu, samowolnie skracając czas jego noszenia, zmniejszyła skuteczność, a tym samym rolę wyciągu we wzmacnianiu zakotwienia (Taner i wsp. 2003). Dodatkowo, czasochłonne kontrole oraz ryzyko uszkodzeń błony śluzowej, tkanek twarzy, oczu lub zębów ramionami wewnętrznymi łuku twarzowego, po ich przypadkowym wysunięciu z rurek na pierścieniach i w efekcie sprężystości taśm ciągnących (Mc Intosh i wsp. 2009), ograniczyły wskazania kliniczne do stosowania wyciągu zewnątrzustnego.

Aparat pendulum, zapewniał wprawdzie widoczną klinicznie dystalizację górnych zębów trzonowych, ale jednocześnie prowadził do ich dystoinklinacji o istotnym, choć różnym zakresie: $8,36^\circ$ (Ghosh i Nanda 1996), $14,5^\circ$ (Byloff i Darandeliler 1997) czy $10,6^\circ$ (Bussick i Mc Namara 2000). Innym działaniem ubocznym była utrata zakotwienia, czyli mezjalizacja zębów przedtrzonowych o zmiennym, ale malejącym zasięgu: od 1,63 mm (Byloff i Darandeliler 1997) do 0,73 mm (Taner i wsp. 2003), a ponadto – znaczne utrudnienie higieny.

O mezjalnym przesunięciu zębów przedtrzonowych donoszono również w przypadku badań aparatów z podparciem jedynie ożębnowym. Podczas działania dystalizatorów wykorzystujących opór zębów własnych pacjenta, mezjalizacja przedniego segmentu łuku zębowego była zróżnicowana. Bondemark i Kurol (1998) informowali o utracie zakotwienia wynoszącej 1,2 mm i 1,8 mm (w segmencie zębów przedtrzonowych) oraz 1,5 mm i 1,9 mm (w segmencie zębów siecznych), porównując skuteczność dotylnego prze-

mieszczenia zębów trzonowych za pomocą, odpowiednio, sprężyn NiTi i magnesów. Autorzy podkreślali, że rekomendowane w tej sytuacji wyciągi elastyczne klasy II, kontrolujące doprzednie przesunięcie zębów oporowych nie były skuteczne ze względu na brak dobrej współpracy z pacjentem. Przeniesienie podparcia na uzębienie własne – zakotwienie zębów, poza stworzeniem zagrożenia resorpcją korzeni zębów oporowych (Alwali i wsp. 2000), skutkowało również intensyfikacją mezialnego przesunięcia zębów oporowych i siecznych podczas dystalizacji zębów trzonowych. W innych badaniach wartość utraty zakotwienia na zębach przedtrzonowych była zróżnicowana; Brickman i wsp. (2000) w przypadku stosowania aparatu jones jig odnotowali mezialne przesunięcie zębów oporowych, które wyniosło 2,4 mm. Podobny zakres utraty zakotwienia – 2,5 mm – zaobserwował Chiu (2001), stosując aparat distal jet, czego nie potwierdzili Bolla i wsp. (2002), obserwując dwukrotnie mniejszą, niepożądaną mezializację zębów oporowych: 1,3 mm. Paul i wsp. (2002) stwierdzili zdecydowanie mniejszą utratę zakotwienia (0,18 mm) taką samą lub identyczną zarówno w przypadku aparatów jones-jig, jak i zdejmowanych; według autorów takie wyniki podważyły teorię uzasadniającą konieczność całodobowego wzmocnienia zakotwienia. Langlade (2003) w opisie dwóch przypadków leczonych aparatem distalix – zdejmowaną bądź stałą modyfikacją aparatu quad-helix – przedstawił zadowalające wyniki w postaci odtworzenia I klasy Angle'a, lecz zaznaczył, że taki efekt został spowodowany nie tylko dystalizacją zębów trzonowych, ale też wzrostem żuchwy, rekompensującym potencjalną utratę zakotwienia.

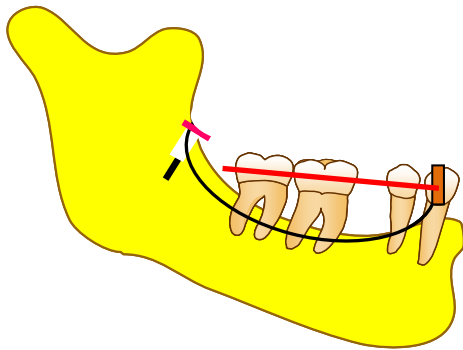
Biomechanika prezentowanych typów zakotwień – poza ich oczywistymi działaniami ubocznymi – nie pozwalała na kontrolę wszystkich przesunięć zębowych. Analiza wyników badań różnych autorów pod kątem skutecznej intruzji zębów trzonowych, koniecznej najczęściej u osób dorosłych, u których dokonano odległych ekstrakcji w bocznych odcinkach łuków zębowych, ujawniła tylko jedną pozycję (Firouz i wsp. 1992), w której przeprowadzono adekwatną analizę zmian szkieletowych powstałych pod wpływem wymuszonego przemieszczenia pionowego górnych zębów trzonowych. Według Ng i wsp. (2006) tak ograniczona ewidencja nie pozwalała mówić o skuteczności układu stomatognatycznego i czaszki jako punktów podparcia dla sił pionowych działających, zwłaszcza na zęby dolne, stwarzając tym samym konieczność zakotwienia kortykalnego do kontroli przemieszczeń pionowych.

1.4. ROZWÓJ ZAKOTWIENIA ABSOLUTNEGO (MAKSYMALNEGO): IMPLANTY PROTETYCZNE, CHIRURGICZNE I ORTODONTYCZNE

Brak możliwości uzyskania maksymalnego zakotwienia z omówionych dotychczas miejsc, skłonił badaczy do podjęcia prób wykorzystania w tym celu implantów śródkostnych – protetycznych. Pierwszy zabieg eksperymentalny udokumentowali Gainsforth i Higley w 1945 roku, stosując u psów 16 implantów z żaroodpornego stopu vitalium (chromo-molibdenowo-niklowo-kobaltowego), osadzonych w gałęzi żuchwy, do jednoczesnej dystalizacji wszystkich zębów szczęki połączonych w jeden blok aparatem stałym. Źródłem siły były wyciągi elastyczne klasy II, rozpięte między haczykiem na łuku aparatu i implantami, które jednak zostały utracone w ciągu miesiąca od obciążenia. Ta nieudana próba na ponad 20 lat zniechęciła entuzjastów implantacji do celów ortodontycznych. Dopiero Linkow (1969) po skutecznym zastosowaniu wyciągów elastycznych klasy II, cofających górne zęby sieczne w oparciu o implanty, poddał te ostatnie ocenie histologicznej i potwierdził ich efektywność we wszystkich trzech typach osseointegracji: a) włóknistej (gdy grubość warstwy tkanki łącznej pokrywającej implant była mniejsza niż 125 mikronów), b) włóknisto-kostnej (kombinowanej, gdy – przy obecnej tkance włóknistej – nie więcej niż 22% powierzchni implantu pozostawało w bezpośrednim kontakcie z kością) oraz c) kostnej (wolnej od tkanki włóknistej, gdy więcej niż 23% powierzchni implantu kontaktowało bezpośrednio z kością). Zakończona sukcesem praca Linkowa zapoczątkowała serię badań nad wykorzystaniem implantów śródkostnych jako punktów podparcia dla sił przemieszczających zęby. Rozpoczęto od eksperymentów na zwierzętach, dowodząc m.in. biokompatybilności wszczepów węglowo-ceramicznych (Sherman 1978) i wykonanych z tlenku aluminium pokrytego bioszklą (Smith 1979), zastosowanych jako materiałów do wyrobu/pokrycia implantów cechujących się stabilną integracją kostną. W innych doniesieniach dotyczących badań na królikach (Roberts i wsp. 1984, Majzoub i wsp. 1999) opublikowano wyniki analizy stabilności implantów śródkostnych, obciążonych siłą ciągłą o stałej wartości. Roberts i wsp. (1984) ustalili, że przyłożenie jakiegokolwiek siły do implantów powinno nastąpić 6 tygodni po dokonaniu wszczepu, co wg autorów odpowiadało 4 lub 5 miesiącom u pacjentów leczonych ortodontycznie. Okres ten, niezbędny do osseointegracji, miał zapewniać wymaganą stabilność wszczepu, chociaż nie potwierdzili tego Majzoub i wsp. (1999), dokumentując stabilność implantów u zwierząt (95,83% skuteczności) obciążonych – już po dwóch tygodniach od założenia – siłą dystalizującą o wartości 150 G na stronę.

Pionierami stosowania wszczepów śródkostnych w leczeniu interdyscyplinarnym (ortodontyczno-protetycznym) byli Shapiro i Kokich (1988), którzy

jako pierwsi zwrócili uwagę zarówno na potrzebę odpowiedniej selekcji przypadków – już na etapie rozpoznania i ustalania planu leczenia – ze wskazaniem do stosowania implantów osseointegracyjnych do zakotwienia. Jednocześnie podkreślili, że zarówno pozycja implantów, jak i reżim higieniczny były głównymi czynnikami odpowiedzialnymi za sukces ocenianych wszczepów. Roberts i wsp. (1994) zaprezentowali kliniczną aplikację standardowego implantu protetycznego Brånemarka o długości 7 mm i średnicy 3,75 mm w okolicy zatrzonowcowej w celu zamknięcia luki po ekstrakcji pierwszego zęba trzonowego w żuchwie (ryc. 14). Łukiem stabilizującym (oporowym) połączono implant i rurkę pionową zaczepu na pierwszym zębie przedtrzonowym, co pozwoliło mezjalizować oba zęby trzonowe w kwadrancie, bez niepożądanego utraty zakotwienia – dystalizacji zębów położonych po mezjalnej stronie luki.



Ryc. 14. Mezjalizacja zębów bocznych w żuchwie w oparciu o pośrednie zakotwienie na implancie śródkostnym

Kolejnym momentem zwrotnym w rozwoju implantów śródkostnych dla przesunięć ortodontycznych i wzmocnienia zakotwienia stało się opatentowanie implantu podniebiennego o nazwie onplant, czyli tytanowego dysku o grubości 2 mm i średnicy 10 mm, i powierzchni specjalnie naciętej i pokrytej hydroksyapatytem po jednej stronie oraz zaopatrzonej w gwint wewnętrzny od strony podniebiennej. Do gwintu tego jest wkręcana śruba ze specjalną główką, którą można łączyć z grubym

łukiem każdego aparatu wewnątrzustnego; onplant jest odporny na działanie siły o wartości do 14 uncji, czyli prawie 400 G (Block i Hoffman 1995). O skuteczności onplantu donoszono na podstawie różnych sytuacji klinicznych: ekstruzji położonych poziomo, zatrzymanych kłów u pacjentki z rozszczepem całkowitym podniebienia (Janssesns i wsp. 2002), czy też wzmocnienia zakotwienia dla sił ortopedycznych, niezbędnych do korekty klasy III (Hong i wsp. 2005).

Freudenthaler i wsp. (2001) uzyskali efektywną protrakcję zębów trzonowych, stosując śruby bikortyczne o średnicy 2 mm i długości gwintu 13 mm, u ośmiu pacjentów z wrodzonym brakiem zawiązków drugich zębów przedtrzonowych; po ekstrakcji drugiego mlecznego lub pierwszego stałego zęba trzonowego w żuchwie, całkowite domknięcie luki trwało 7–12 miesięcy.

Inne rozwiązanie problemu zakotwienia zapewniały minipłytki; opisane przez Kärcher i wsp. (2002) implanty Graz – czterootworowe blaszki tytanowe mocowane do kości za pomocą śrub o długości 9 mm – wykazały bardzo dobrą

stabilność, nawet pod wpływem działających sił skośnych, które przykładano bez oczekiwania na osseointegrację. Sugawara i wsp. (2004) stosowali mini- płytki tytanowe do dystalizacji zębów trzonowych. Ich przemieszczenie dotyl- ne o 3,5 mm na poziomie koron i o 1,8 mm na poziomie korzeni, w większości przypadków niepowikłane dystoinklinacją pozwoliło autorom dołączyć nasilo- ny nagryz odwrotny, stłoczenia i asymetrię strzałkową łuków zębowych do listy zaburzeń zgryzu poddających się leczeniu za pomocą systemu zakotwienia szkieletowego – minipłytek. Choi i wsp. (2005) opisali minipłytki mocowane za pomocą śrub o średnicy 1,6 mm w szczęce, w okolicy wyrostka jarzmowego i kolca nosowego przedniego oraz w żuchwie, w rejonie zębów trzonowych i kłów, zaopatrzone w zaczep ustawiony prostopadle do płytki i położony na granicy dziąsła właściwego i ruchomego. Takie zakotwienie, według autorów zapewniło efektywną retrakcję kłów, dystalizację i mezjalizację zębów trzono- wych oraz intruzję i pionizację zębów nachylonych mezjalnie.

Przedstawione implanty były bezpiecznym źródłem zakotwienia, odpor- nym na działanie sił skośnych (Wehrbein i wsp. 1998). Pozaosiowe obciążenie implantów śródkostnych i ciągłość siły działającej podczas przemieszczeń or- todontycznych, według De Clerk (2003), miały prowadzić do pożądanego za- gęszczenia kości wokół wszczepu. To połączenie z kością i brak oszczędnej gwa- rantowało nieruchomość implantu, pomimo wywieranej siły, niezależnie od leczonego zaburzenia zgryzu, pod warunkiem nienagannej higieny (Molly i wsp. 2004).

Oczywiste wady implantów protetycznych lub chirurgicznych, takie jak: duży rozmiar (ograniczający miejsca wszczepu jedynie do okolicy zatrzonow- cowej oraz bezzębnego wyrostka zębodołowego czy podniebienia), brak moż- liwości obciążenia siłą poziomą, równoległą do stoku wyrostka zębodołowego, złożone procedury zabiegowe, konieczność osseointegracji trwającej dłużej w szczęce niż w żuchwie i opóźniającej obciążenie, a tym samym – wydłużony czas aktywnej terapii ortodontycznej, tak niepożądany zwłaszcza u osób doro- słych (Goodacre i wsp. 1977, Mrowiec 2004), spowodowały wzrost zaintereso- wania badaczy poszukiwaniem klinicznie bardziej efektywnych form zako- twienia kortykalnego (Zaleska 2004, Çetinşahin i Arman 2005, Antoszewska i Minch 2006, Heymann i Tulloch 2006, Miedzik i wsp. 2006).

Pierwszą próbę skutecznego klinicznie zmniejszenia średnicy śruby sto- sowanej jako zakotwienie ortodontyczne podjęli Creekmore i Eklund (1983), którzy opublikowali wyniki skutecznej 6-milimetrowej intruzji górnych przy- środkowych zębów siecznych, oparte na miniimplancie ze stopu vitalium, umieszczonym pod kolcem nosowym, stabilnym podczas całej terapii. Po za- stosowaniu aparatu złożonego z czterech pierścieni: dwóch na zębach siecz- nych i dwóch na zębach trzonowych (2 × 2) i łuku ciągłego oraz nici elastycznej działającej małą siłą (30 G), opisane przemieszczenie odbyło się całkowicie

w granicach tolerancji biologicznej; zęby nie zostały rozchwiane, nie wystąpił też ból lub zakażenie. O podobnej efektywności miniaturowych śrub ortodontycznych, nazywanych przez niektórych badaczy mikroimplantami, jako pierwszy poinformował Kanomi (1997): również uzyskał 6-milimetrową intruzję w odcinku przednim, ale zębami przemieszczanymi były jednocześnie cztery dolne zęby sieczne, a podparciem dla siły była zastosowana po raz pierwszy w spojeniu żuchwy śruba o średnicy 1,2 mm, najmniejsza z dotychczasowych. Autor zastosował opóźnione obciążenie, po spodziewanej osseointegracji, a uzyskany wynik wzbudził zainteresowanie badacza możliwością zastosowania małych implantów ortodontycznych jako podparcia dla sił poziomych (dystalizacji zębów trzonowych), pionowych (intruzji) oraz w osteogenezie dystrykcyjnej. Costa i wsp. (1998) znacznie uprościli procedurę samej implantacji: w badaniach wykorzystali wprawdzie śruby chirurgiczne o większej średnicy (2 mm), ale rezygnując z preparacji płata śluzówkowo-okostnowego, wkręcili je manualnie, bezpośrednio przez błonę śluzową, a następnie obciążyli natychmiastowo. Dwa z 16 implantów nie były stabilne i wypadły przed zakończeniem leczenia. Na podstawie wyników autorzy zdefiniowali okolice najlepsze do implantacji ortodontycznej: pod kolcem nosowym, w sąsiedztwie środkowego szwu podniebiennego, pod grzebieniem jarzmowo-wyrostkowym, w spojeniu żuchwy oraz między zębami przedtrzonowymi i trzonowymi.

Efektywność śrub o małych średnicach we wzmacnianiu zakotwienia została potwierdzona w różnych sytuacjach eksperymentalnych (Gedrange i wsp. 2007) i klinicznych. Park i wsp. (2001) podczas leczenia ekstrakcyjnego protruzji obuwyrastkowej z I klasą Angle'a zastosowali również śruby o średnicy 1,2 mm, umieszczone przedsiódkowo w bocznych kwadrantach obu łuków zębowych, które okazały się skuteczne do retrakcji *en masse*, gdyż pozwoliły uzyskać zarówno osiową retrakcję górnych zębów siecznych, jak i pionizację oraz intruzję zębów trzonowych, gdzie wynikiem tej ostatniej była autorotacja żuchwy. Bae i wsp. (2002) podczas retrakcji *en masse* w szczęce również obserwowali stabilność implantów przez 26 miesięcy leczenia, gwarantującą podparcie dla sił ortodontycznych przez cały czas aktywnej terapii. Podobne wyniki uzyskali Park i Kwon (2004), Chang i wsp. (2004), Kuroda i wsp. (2004) Antoszewska (2007) oraz Lai i wsp. (2008) dowodząc, że implanty o małej średnicy są wytrzymałe na działanie sił zarówno poziomych, jak i pionowych. Pozytywną ewidencję skuteczności w retrakcjach *en masse* przedstawili również Upadhyay i wsp. (2008), chociaż zakwestionowali odporność implantów na przesunięcia poprzeczne, wykazując istotne statystycznie, zwężenie tylnej szerokości łuku po cofnięciu zębów przednich.

Park i wsp. (2004, 2005) prowadzili badania nad wykorzystaniem wszczepów ortodontycznych do dystalizacji *en masse* w szczęce. Autorzy opisali dystalizację *bodily* zębów trzonowych wraz z całym uzębieniem szczęki, uzyskaną w ciągu 7 miesięcy po zastosowaniu uproszczonej procedury chirurgicznej –

montaż po nacięciu błony śluzowej między drugim zębem przedtrzonowym i pierwszym trzonowym w szczęce – i obciążeniu siłą o wartości 150 G przyłożoną do kła. O równie skutecznym, jednoczesnym przemieszczeniu wszystkich zębów szczęki, a tym samym: o możliwości leczenia zaburzeń dotylnych bez ekstrakcji i angażowania pacjenta w noszenie aparatów dodatkowo wzmacniających zakotwienie, donieśli także Antoszevska (2007), Lim i Hong (2008), Papadopoulos (2008) oraz Antoszevska i wsp. (2008).

Lee i wsp. (2001) informowali o wykorzystaniu implantów ortodontycznych przy mechanice lingwalnej, również do retrakcji górnych zębów przednich, nie za pomocą materiałów elastycznych, ale sprężyn zamkniętych NiTi, u pacjentów z II klasą. W ten sposób uzyskali ewidencję skuteczności oporowej śrub o zmniejszonej średnicy, nie tylko w konwencjonalnej terapii przedsiolkowej, ale i w językowej. Inne, trudne do osiągnięcia przesunięcie zębów wzdłuż płaszczyzny strzałkowej opisali Giancotti i wsp. (2004), którzy uzyskali protrakcję dolnych zębów trzonowych mechaniką ślizgową, z pełnym utrzymaniem zakotwienia i bez pogorszenia estetyki rysów twarzy.

Implanty o małych średnicach okazały się także przydatne do przesunięć zębów względem płaszczyzny frankfurckiej. Giancotti i wsp. (2004) przedstawili skuteczną mechanikę pionowego obciążenia implantu ortodontycznego, stosując go w przypadku głęboko zatrzymanego drugiego zęba trzonowego w żuchwie. Park i wsp. (2004) informowali o sprowadzeniu kłów na wyrostek, pod wpływem siły o wartości 50 G, bez zniekształcenia łuku zębowego. Podkreślali jednocześnie, że właśnie implant o małej średnicy jest najwłaściwszym wyborem w sytuacji, w której po ekstrakcji kła mlecznego dochodzi do ubytku w blaszce korykalnej. Ekstruzję kła górnego opartą na implancie ortodontycznym w żuchwie uzyskali także Biedziak i wsp. (2007).

O pionizacji dolnych zębów trzonowych, dla której skuteczne podparcie stanowiły implanty ortodontyczne donosili m.in. Park i wsp. (2002) oraz Lee i wsp. (2008).

Antoszevska i wsp. (2007) i Park i wsp. (2008) opisali skuteczną mechanikę intruzji zębów trzonowych – najtrudniejszego z biomechanicznego punktu widzenia przesunięcia zębów podczas leczenia zgryzów otwartych. Takie przemieszczenie zębów trzonowych zmieniło, według autorów, położenie centrum obrotu żuchwy podczas jej przywodzenia skutkując nie tylko zmniejszeniem kąta między linią żuchwową i linią podstawy szczęki, ale i znaczną poprawą rysów twarzy w następstwie poprzedniej rotacji żuchwy.

Intensywny wzrost zainteresowania wprowadzaniem śrub o małych średnicach jako standardowych źródeł wzmocnienia zakotwienia oraz doświadczenia kliniczne stały się stymulatorem rozwoju różnych systemów implantów ortodontycznych o nieustannie doskonalonych zaletach, takich jak: biokompatybilność, odporność na złamanie, uniwersalna konstrukcja, wymóg

prosty procedur chirurgicznych, małe wymiary, możliwość natychmiastowego obciążenia i niski koszt produkcji (Kyung i wsp. 2003, Melsen i Verna 2005, Wilmes i wsp. 2006, Thomas i wsp. 2006, Proff i wsp. 2006, Prabhu i Cousley 2006). W niektórych ośrodkach systemy śrub o małych średnicach stały się integralną częścią procedur ortodontycznych. W piśmiennictwie przedstawiono opisy przypadków aplikacji klinicznej mikro- i miniimplantów jako wzmocnienia zakotwienia podczas terapii zgryzu głębokiego, domykania luk po ekstrakcji, korekty nachylonej płaszczyzny okluzji, wyrównania położenia linii środka szczęki i żuchwy, ekstruzji zatrzymanych kłów, intruzji i pionizacji zębów trzonowych, dystalizacji i retrakcji *en masse*, mezjalizacji zębów trzonowych, korekty położenia zębów mądrości, korekty relacji szczękowo-żuchwowych w płaszczyźnie strzałkowej oraz zachowawczego leczenia zaburzeń pionowych zakwalifikowanych do zabiegu ortognatycznego (Papadopoulos 2006, Sung i wsp. 2006, Ludwig i wsp. 2008).

Zgodnie z doniesieniami piśmiennictwa, stosowanie małych implantów ortodontycznych – mimo skuteczności klinicznej – niekiedy kończyło się niepowodzeniem: wypadnięciem śruby przed osiągnięciem zadowalającego wyniku leczenia ortodontycznego ze wzmocnionym zakotwieniem. Do czynników odpowiedzialnych za przedwczesne odrzucenie wszczepu ortodontycznego zaliczono wyjściowy brak stabilności śruby ze względu na zmniejszoną grubość blaszki kortykałnej wyrostka zębodołowego (Melsen i Verna 2005), ale przede wszystkim: brak właściwej higieny jamy ustnej, czego następstwem było podrażnienie i stan zapalny wokół implantu (Papadopoulos i Tarawneh 2007). W ostatnich latach w literaturze pojawiły się publikacje na temat badań częstości powodzeń stosowania tymczasowego zakotwienia kortykałnego. Według tych doniesień, odsetek powodzeń wzrósł intensywnie: 75,2–93,4%, co zachęciło autorów do rekomendacji śrub o małych średnicach jako konwencjonalnego sposobu wzmacniania zakotwienia u pacjentów leczonych ortodontycznie. Poza publikacją autorki (Antoszevska 2009), opisane dotychczas wyniki skutecznej aplikacji implantów ortodontycznych, wraz z podaniem czynników ryzyka odpowiedzialnych za przedwczesną utratę, zostały jednak uzyskane głównie w populacji azjatyckiej, czyli u przedstawicieli fenotypowej rasy żółtej (Miyawaki i wsp. 2003, Cheng i wsp. 2004, Park i wsp. 2006, Kuroda i wsp. 2007, Kuroda i wsp. 2007, Chen i wsp. 2007, Moon i wsp. 2008, Baek i wsp. 2008) oraz w pojedynczych przypadkach – u pacjentów rasy białej (Luzi i wsp. 2007, Wiechmann i wsp. 2007). W dwóch ostatnich doniesieniach przedstawiono wprawdzie wyniki osiągnięte u Europejczyków, ale ocenie poddano bardzo mało czynników o potencjalnym wpływie na odsetek powodzeń stosowania tymczasowego zakotwienia kortykałnego.

W piśmiennictwie nie ma żadnej pozycji, w której badanie licznych czynników ryzyka odpowiedzialnych za niepowodzenie implantacji przeprowadzono na homogenicznej populacji odmiany białej, a zróżnicowanie charakterystyki

struktur części twarzowej czaszki negroidów, mongoloidów i europeidów potwierdzano wielokrotnie w dostępnych publikacjach (Coon 1965, Czekanowski 1967, Zeng i wsp. 1998, Liu i wsp. 2000, Ishii i wsp. 2002, Ishii i wsp. 2002, Sylvester i wsp. 2008). Nie podjęto również udokumentowanych badań na temat udziału konfiguracji tkanek miękkich oraz pionowych i poziomych zaburzeń wzajemnych relacji zębowych – nieprawidłowych nagryzów, klas Angle'a czy klas kłowych, będących integralną częścią kompleksowego rozpoznania ortodontycznego, w potencjalnym niepowodzeniu stosowania tymczasowego zakotwienia kortykalnego. Oczywiście jest, że ustalanie coraz większej liczby czynników związanych z utrzymaniem implantów o małej średnicy co najmniej do chwili osiągnięcia założonego celu terapii to jedyna szansa stworzenia protokołu kwalifikacji pacjentów i postępowania zabiegowego, zapewniającego najwyższy odsetek powodzeń wykorzystania tymczasowego zakotwienia kortykalnego w nowoczesnej terapii wad zgryzu.

Wydaje się zatem, że przeprowadzenie badań na dużej i jednorodnej grupie jest zasadne i stanowi warunek *sine qua non* wniesienia do fachowego piśmiennictwa ortodontycznego ważnych i niepodanych dotychczas informacji na temat kontroli czynników ryzyka podczas wykorzystania tymczasowego zakotwienia kortykalnego w leczeniu wad zgryzowo-zębowych występujących w białej populacji polskiej.

Tabela 1. Zestawienie objawów patognomicznych wad zgryzu wg polskiego mianownictwa ortodontycznego

PP	PL	Nazwa wady zgryzu	Cechy główne i różnicujące	TC
GWZ – przednio-tylne (podłużne, poziome)				
C	S	tyłożgryz częściowy z protruzją lub retruzją zębów siecznych	cofnięcie przedniego odcinka części zębodołowej żuchwy, pogłębienie bruzdy bródkowo-wargowej, I klasa Angle'a i II klasa kłowa	
C	S	tyłożgryz całkowity z protruzją lub retruzją zębów siecznych	cofnięcie części zębodołowej żuchwy, pogłębienie bruzdy bródkowo-wargowej, II klasa Angle'a i II klasa kłowa	
C	S	tyłożuchwie czynnościowe z protruzją lub retruzją zębów siecznych	cofnięcie żuchwy, skośność dotylna profilu, pogłębienie bruzdy bródkowo-wargowej, II klasa Angle'a i II klasa kłowa, prawidłowe proporcje żuchwy w analizie teleradiogramu bocznego czaszki	+
C	S	tyłożuchwie morfologiczne z protruzją lub retruzją zębów siecznych	cofnięcie żuchwy, skośność dotylna profilu lub jego dysharmonia, pogłębienie (lub nie) bruzdy bródkowo-wargowej, II klasa Angle'a i II klasa kłowa, zaburzona morfologia żuchwy w analizie teleradiogramu bocznego czaszki	-
C	S	tyłożgryz rzekomy z retruzją zębów siecznych	wysunięcie szczęki, skośność dotylna profilu, II klasa Angle'a i II klasa kłowa	±
C	S	przodozgryz częściowy	wysunięcie przedniego odcinka części zębodołowej żuchwy, wygładzenie bruzdy bródkowo-wargowej, I klasa Angle'a i III klasa kłowa	
C	S	przodozgryz całkowity	wysunięcie części zębodołowej żuchwy, wysunięcie wargi dolnej i wygładzenie bruzdy bródkowo-wargowej, III klasa Angle'a i III klasa kłowa	
C	S	przodożuchwie czynnościowe	wysunięcie żuchwy, skośność doprzednia profilu, wysunięcie wargi dolnej i wygładzenie bruzdy bródkowo-wargowej, III klasa Angle'a i III klasa kłowa, prawidłowe proporcje żuchwy w analizie teleradiogramu bocznego czaszki	+
C	S	przodożuchwie morfologiczne	wysunięcie żuchwy, skośność doprzednia profilu lub jego dysharmonia, wygładzenie bruzdy bródkowo-wargowej, III klasa Angle'a i III klasa kłowa, zaburzona morfologia żuchwy w analizie teleradiogramu bocznego czaszki	-
C	S	przodozgryz rzekomy	cofnięcie szczęki, skośność doprzednia profilu, III/I klasa Angle'a i III klasa kłowa	±
C	S	wady zębowe	przesunięcia mezialno-dystalne, inklinacje i transpozycje zębów bocznych, przesunięcia przednio-tylne i truzje zębów przednich, zaburzone klasy Angle'a i kłowe	

cd. tab. 1

GWZ – pionowe			
F	S	zgryz otwarty częściowy	prawidłowe rysy twarzy, szpara niedogryzowa w bocznym lub przednim odcinku łuków zębowych; towarzyszące parafunkcje
F	S	zgryz otwarty całkowity	etiologia dysfunkcyjna (połykowo/oddechowa, utrwalona) wydłużenie dolnego odcinka twarzy, hipertonia mięśnia bródkowego, stłoczenia zębów, powiększony kąt podstaw na teleradiogramie etiologia genetyczna protruzja obuszczękowa i/lub obuwyrastkowa – profil wypukły oraz powiększone kąty podstaw i/lub międzysieczny na teleradiogramie etiologia krzywiczna wydłużenie dolnego odcinka twarzy, hipotonia mięśni wyrazowych, powiększony kąt podstaw i deformacja żuchwy na teleradiogramie (przejęcie przed przyczepem mięśni żwaczy)
F	S	zgryz głęboki częściowy – nadzgryz pierwotny	miejscowe zaburzenie: wydłużenie przedniej części górnego wyrostka zębodołowego wraz z zębami siecznymi, które ulegają przechyleniu; zniekształcenie krzywej <i>spee</i> , prawidłowa wysokość dolnego odcinka twarzy
F	S	nadzgryz wtórny	miejscowe zaburzenie: wydłużenie przedniego odcinka części zębodołowej żuchwy wraz z zębami na skutek tropizmu będącego powikłaniem wad dotylnych
F	S	zgryz głęboki całkowity, pierwotny	skrócenie dolnego odcinka twarzy najczęściej o bardzo silnej muskulaturze, pogłębiony nagryz pionowy, najczęściej II klasa Angle'a i II klasa kłowa jako wyraz utrudnionego doprzedniego przesunięcia żuchwy; skrócona wolna droga, zmniejszony kąt podstaw na teleradiogramie
F	S	zgryz głęboki całkowity, wtórny	skrócenie dolnego odcinka twarzy na skutek braków skrzydłowych; wydłużenie wolnej drogi
F	S	wady zębowe	infra- i suprapozycje zębów
GWZ – poprzeczne			
S	F	zgryz krzyżowy	objęcie zębów górnych przez zęby dolne od strony przedsionka; dotyczy: pojedynczych zębów – zgryz krzyżowy częściowy, jednej strony – zgryz krzyżowy całkowity; jeśli zaburzenie znajduje się w przednim odcinku, wargą górną może być zapadnięta po stronie nieprawidłowości

cd. tab. 1

S	F	zgryz przewieszony	kontakt podniebiennych powierzchni zębów górnych z policzkowymi powierzchniami zębów dolnych; dotyczy: pojedynczych zębów – zgryz przewieszony częściowy, jednej strony – zgryz przewieszony całkowity	
S	F	zwężenie	zgryz krzyżowy wszystkich zębów (zwężenie szczęki), zgryz przewieszony wszystkich zębów (zwężenie żuchwy), stłoczenia w obu łukach zębowych (zwężenie szczęki i żuchwy)	
S	F	bocznożuchwie czynnościowe – dewiacja	przemieszczenie prawo- lub lewostronne żuchwy wraz z punktem <i>pogonion</i> , zgryz krzyżowy po stronie przemieszczenia, zgryz przewieszony po stronie jednoimiennej; wolna droga załamana (wada niezakotwiona czynnościowo) lub prosta (wada zakotwiona czynnościowo, z potencjalnie zaburzoną czynnością mięśni skrzydłowych bocznych i żwaczy), zaburzona morfologia żuchwy oceniana na teleradiogramie PA czaszki	+
S	F	bocznożuchwie morfologiczne	przemieszczenie prawo- lub lewostronne żuchwy wraz z punktem <i>pogonion</i> , zgryz krzyżowy po stronie przemieszczenia, zgryz przewieszony po stronie jednoimiennej; wolna droga prosta, zaburzona morfologia żuchwy oceniana na teleradiogramie PA czaszki	-
S	F	wady zębowe	obroty zębów, intra- ekstrapozycje i truzje zębów bocznych, transpozycje, mezjo-dystopozycje i inklinacje zębów przednich	

GWZ - grupa wad zgryzu; PP – płaszczyzna przekroczonej; PL – płaszczyzna, w której zaburzenie jest umiejscowione; S – płaszczyzna strzałkowa; C – płaszczyzna czołowa; F – płaszczyzna frankfurcka; TC – test czynnościowy (manualne odtworzenie prawidłowej okluzji)

2. CEL I ZAŁOŻENIA PRACY

Na podstawie przedstawionego przeglądu piśmiennictwa można stwierdzić, że wykorzystanie tymczasowego zakotwienia korykalnego – TAD (ang. *Temporary Anchorage Device*) – odgrywa istotną rolę w terapii ortodontycznej wielu zaburzeń zgryzowo-zębowych. Do najważniejszych zalet prowadzonego z jego udziałem nowoczesnego leczenia jest zaliczane skrócenie czasu trwania oraz eliminacja obciążenia aparatu zawieszeniowego zębów własnych podczas wzmacniania zakotwienia, co ma duży wpływ na ocenę prawidłowości zgryzowo-zębowych w ujęciu interdyscyplinarnym. Główną, wymienianą w nielicznych pracach oryginalnych, wadą TAD była ich przedwczesna utrata, przy czym tematykę tę podjęto i zanalizowano – na podstawie masowych badań, w których liczba TAD przekroczyła 350, jedynie u pacjentów fenotypowej odmiany żółtej. Stało się to podstawą przyjęcia przez autorkę hipotezy zerowej o braku różnic zarówno w odsetku powodzeń stosowania implantów ortodontycznych, jak i w czynnikach odpowiedzialnych za to powodzenie, bez względu na rasę fenotypową. Zbadanie udziału wieku, płci, klasy szkieletowej i umiejscowienia (szczęka, żuchwa, płaszczyna czołowa i strzałkowa) w polskiej homogennej populacji europejskiej oraz porównanie wyników z tymi, które uzyskali badacze azjatyccy u pacjentów mongoloidalnych mogłoby zaprzeczyć przyjętej hipotezie, ale – ze względu na ograniczoną liczbę analizowanych czynników ryzyka – nie musiałyby stworzyć podstaw do opracowania procedur implantacji minimalizujących – w sposób powtarzalny – mobilność TAD. Oszacowanie udziału tkanek miękkich twarzy, relacji zębów, lokalizacji TAD i powiązanie ich stabilności z typem przesunięć zębów pozwoliłoby nie tylko na poszerzenie czynników ryzyka o dotychczas niezbadane, ale i na ustalenie ich potencjalnej roli w przedwczesnym odrzuceniu różnych pod względem konstrukcji systemów tymczasowego zakotwienia ortodontycznego, zapewniając możliwość masowego wykorzystania TAD w leczeniu zaburzeń zgryzowo-zębowych w Polsce, co było celem badań autorki.

2.1. PYTANIA BADAWCZE

1. Które z elementów badania diagnostycznego, prowadzącego do rozpoznania wady zgryzowo-zębowej, zgodnej z polskim mianownictwem ortodontycznym, mogą odgrywać istotną rolę w powodzeniu wykorzystania TAD w terapii ortodontycznej w białej homogennej populacji?

2. Czy istnieje możliwość stworzenia własnej procedury implantowania elementów tymczasowego zakotwienia kortykalnego, zapewniającej wyższy odsetek powodzeń ich stosowania niż udokumentowany w piśmiennictwie na podstawie badań pacjentów rasy żółtej?
3. Jakie czynniki są największym zagrożeniem stabilności TAD bez względu na odmianę fenotypową pacjenta, a które należy szczególnie kontrolować podczas leczenia zaburzeń zgryzowo-zębowych w populacji europejskiej?

2.2. CEL PRACY

1. Ustalenie roli polskiej diagnostyki ortodontycznej i istotności jej składowych w wykorzystaniu elementów tymczasowego zakotwienia kortykalnego (TAD) podczas leczenia wad zgryzowo-zębowych pacjentów fenotypowej odmiany białej.
2. Potwierdzenie wpływu stosowania TAD na skrócenie czasu terapii nie tylko pacjentów fenotypowej rasy żółtej.
3. Stworzenie, na podstawie doświadczeń klinicznych, własnej modyfikacji procedur implantowania elementów tymczasowego zakotwienia kortykalnego, zapewniającej jak najwyższy odsetek powodzeń ich wykorzystania w leczeniu wad zgryzowo-zębowych z udziałem TAD.
4. Określenie jak największej liczby czynników istotnie związanych ze stosowaniem tymczasowego zakotwienia kortykalnego, których kontrola pozwoliłaby osiągnąć powtarzalny i wysoki odsetek utrzymania stabilności TAD, niezbędnej do realizacji planu leczenia pacjentów fenotypowej odmiany białej,
5. Ustalenie – na podstawie określonych czynników i ich związku ze stosowaniem TAD – listy parametrów, których analiza musi poprzedzać kwalifikowanie pacjenta do leczenia ortodontycznego z wykorzystaniem elementów tymczasowego zakotwienia kortykalnego.

3. MATERIAŁ I METODY

3.1. MATERIAŁ BADANY

Do badań wybrano pacjentów z uzębieniem stałym i ukończonym 16 rokiem życia, bez stwierdzonej dysfunkcji stawów skroniowo-żuchwowych, u których plan leczenia wymagał wzmocnienia zakotwienia, z zastosowaniem tymczasowego zakotwienia kortykalnego (TAD) w co najmniej dwóch kwadrantach jamy ustnej. Dla każdego pacjenta sporządzono indywidualny, dwuczęściowy arkusz badania (tab. 2). W części pierwszej wpisano dane podmiotowe: wiek i płeć, oraz przedmiotowe, diagnostyczne: opis rysów twarzy, opis sytuacji zgryzowej oraz wybrane elementy analizy teleradiogramów, uzupełnione klasyfikacją typów twarzy przedstawioną w tabeli 3.

Do celów opisowych dokonano ujednoczenia nomenklatury; proponowany przez badaczy koreańskich podział implantów ortodontycznych, w zależności od średnicy ($< 1,3$ mm lub $\geq 1,3$ mm), na odpowiednio: mikro- i miniimplanty (Bae i wsp. 2002) został uproszczony: termin TAD zastosowano w całej pracy.

Kwalifikacja pacjentów

Rozpoznanie wady zębowo-zgryzowej postawiono na podstawie: a) badania klinicznego z oceną dokumentacji fotograficznej oraz b) analizy modeli diagnostycznych i radiogramów – pantomogramu i teleradiogramu bocznego głowy.

Badanie kliniczne

Podczas pierwszego badania klinicznego każdemu pacjentowi założono standardową kartę historii choroby, w którą wpisano dane z anamnezy. Pytania wywiadu uwzględniały: choroby ogólnoustrojowe, układowe, skazy krwotoczne, nosicielstwo wirusów HIV lub w.z.w. oraz alergie. Podczas badania klinicznego wpisano dane przedmiotowe i podmiotowe w pierwszej części przygotowanych w fazie wstępnej indywidualnych arkuszy pacjenta (tab. 2). Podczas badania zewnątrzustnego oceniano typ profilu oraz położenie wargi górnej i punktu *pogonion*. Jeżeli punkt *pogonion* był położony ekscentrycznie lub na płaszczyźnie Simona bądź za nią, wykonanie testów według Orlik-Grzybowskiej (Orlik-Grzybowska 1976) potwierdzało/wykluczało czynnościowy

charakter wady. Badanie uzębienia przeprowadzono w warunkach rutynowych. W oświetleniu sztucznym, z użyciem lusterka wewnątrzustnego oszacowano klasy Angle'a i klasy kłowe; nagryz poziomy i pionowy zmierzono miękką linijką firmy Ormco. Położenie punktów *incision superius* i *inferius* (punktów styecznych sąsiednich przyśrodkowych zębów siecznych – odpowiednio – górnych i dolnych, położonych na ich brzegach siecznych) w linii środkowej twarzy determinowało zgodność i centryczne położenie linii środkowych szczęki i żuchwy.

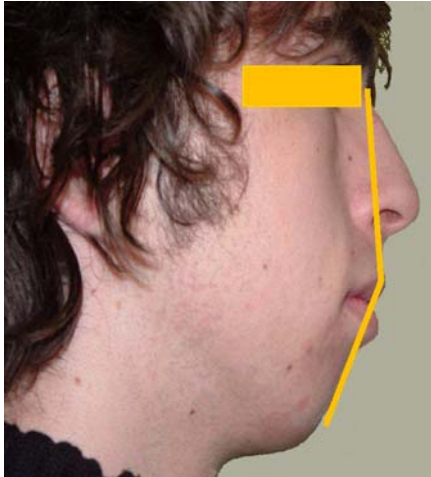
Skontrolowano również stan uzębienia – w przypadkach stwierdzonych ognisk choroby próchnicowej, pacjenta kierowano do leczenia.

Badanie fizykalne kończono wykonaniem fotografii cyfrowych (aparat Nikon Coolpix 8400; 8 mln. pikseli, 128 MB, wielkość pliku 3M), wycisków obu łuków zębowych (masa alginatowa: Kromopan) oraz – po kilkakrotnym przełknięciu śliny przez pacjenta – rejestracją zgryzu sytuacyjnego.

Ocena dokumentacji fotograficznej

Fotografie cyfrowe wykorzystano do analizy rysów twarzy i okluzji. Zgodnie z metodą antropometryczną, której szybki rozwój nastąpił po badaniach Farkas [Farkas i Dezsô 1955], analizę rysów twarzy przeprowadzono na podstawie wykonanych z odległości 50 cm fotografii cyfrowych siedzącego pacjenta, z naturalnie ustawioną pozycją głowy, patrzącego w dal. Do oceny posłużyła następująca płaszczyzna i linie:

- płaszczyzna frankfurcka – płaszczyzna przechodząca przez punkty *tragion* (położone na górnym ograniczeniu skrawka ucha), równoległa do podłoża;
- dwie linie prostopadłe do płaszczyzny frankfurckiej, równoległe do siebie, a przechodzące przez punkty *subnasale* i *supramentale*, czyli punkty położone odpowiednio: w największym zagłębieniu pod kolcem nosowym i w największym zagłębieniu bruzdy bródkowo-wargowej,
- linia nosowo-wargowa – łącząca nasadę nosa z podstawą wargi górnej,
- linia wargowo-bródkowa – biegnąca od podstawy wargi górnej do bródki,
- linia *subnasale-stomion* – łącząca środek odległości między otworami gruszkowatymi i środek szpary ust,
- linia *cheilon-cheilon* – pozioma, łącząca kąty ust i prostopadła do linii *subnasale-stomion*.

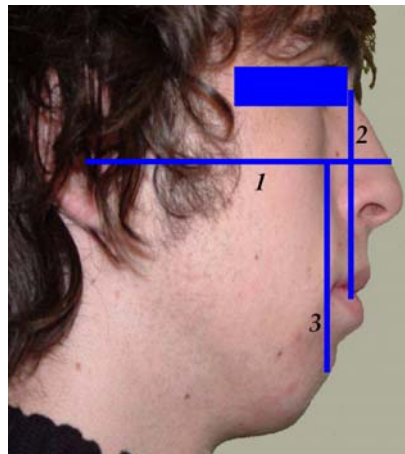


Ryc. 15. Profil wypukły, świadczący o szkieletowej klasie II

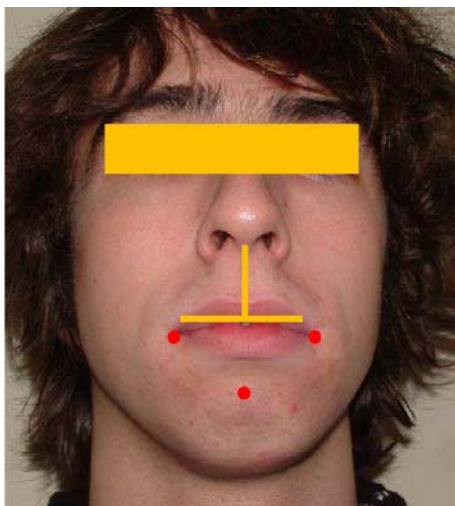
Na zdjęciu profilu oceniano kąt utworzony między dwiema liniami: jedną, łączącą nasadę nosa z podstawą wargi górnej i drugą, biegnącą od tego punktu do bródki. Jeżeli linie te leżały w przedłużeniu profil klasyfikowano jako prosty. Jeżeli tworzyły kąt, świadczyło to albo o wypukłości profilu (szczęka położona przed bródką, linia dolna łamana ku tyłowi), wskazującej na relacje międzyszczękowe klasy II (ryc. 15), albo o jego wklęsłości (szczęka położona za bródką, linia dolna łamana ku przodowi), czyli relacjach szkieletowych klasy III. Ocenie podlegała także wypukłość warg: ich wysunięcie/

/cofnięcie względem pionowych linii odniesienia, prostopadłych do płaszczyzny frankfurckiej. Linie te przebiegały przez punkty tkanek miękkich: *subnasale* – dla wargi górnej i *supramentale* – dla wargi dolnej. Jeśli warga była w stosunku do właściwej sobie linii – wysunięta o więcej niż 2–3 mm (ryc. 16), klasyfikowano ją jako wypukłą, jeśli cofnięta – jako zapadniętą. O protruzji zębów przednich świadczyła wypukłość i/lub niewydolność warg (odległość między nimi w spoczynku była większa niż 2–3 mm) w połączeniu z profilem wypukłym. Za retruzją zębów siecznych przemawiało cofnięcie wargi górnej oraz nadmierne ($> 117^\circ$) rozwarcie kąta tworzonego przez nią z podstawą nosa.

Na fotografii w projekcji *en masse* zaznaczono punkt *pogonion*, którego centralne położenie potwierdzało uzyskaną podczas badania klinicznego informację o prawidłowym ułożeniu żuchwy w płaszczyźnie strzałkowej oraz położenie kątów ust i wysokość wargi górnej w celu ustalenia, czy obniżenie kątów ust – niskie położenie linii *cheilon-cheilon* – towarzyszy dotychczasowej rotacji żuchwy (ryc. 17). Odcinki naniesione na wewnątrzustną fotografię zgryzu w projekcji bocznej pozwoliły ustalić klasyfikację Angle'a i wartości nagryzu poziomego (ryc. 18).

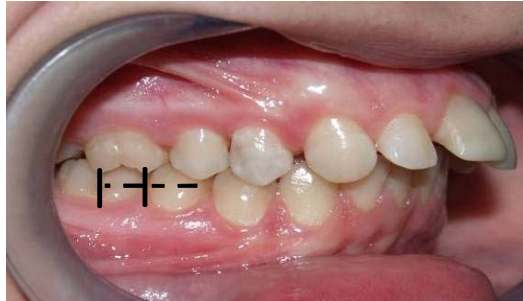


Ryc. 16. Położenie płaszczyzn i linii odniesienia na zdjęciu profilu: 1 – płaszczyzna frankfurcka, 2 – linia wargi górnej, 3 – linia wargi dolnej; położenie warg przed liniami odniesienia świadczy o ich wypukłości



Ryc. 17. Fotografia twarzy *en face*. Linia pionowa, biegnąca od punktu *subnasale* do *stomion* wyznacza wysokość wargi górnej; na linii do niej prostopadłej powinny leżeć punkty *cheilon*. Rzeczywiste ich położenie wraz z miejscem punktu *pogonion* oznaczono czerwoną kropką

Do oceny nasilenia klasy Angle'a na zębach trzonowych rzutowano szczyt mezjalnego guzka policzkowego pierwszego zęba trzonowego na powierzchnię policzkową pierwszego dolnego zęba trzonowego. Następnie zmierzono dległość rzutu od bliższej (w zębach pięcioguzkowych) lub centralnej (w zębach czteroguzkowych) bruzdy policzkowej.



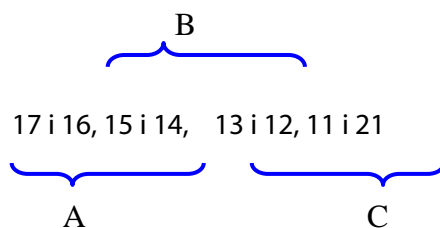
Ryc. 18. Oznaczanie klasy Angle'a na bocznej fotografii okluzji: II klasa na szerokość zęba przedtrzonowego

Dzieląc uzyskany wynik przez szerokość mezjalno-dystalną pierwszego zęba przedtrzonowego, w jej ułamku wyrażono klasę Angle'a.

Analiza modeli

Modele gipsowe uzębienia szczęki i żuchwy wykonano na potrzeby rejestracji warunków zgryzowych. Za pomocą miękkiej linijki zmierzono na nich wartość nagryzu poziomego – od powierzchni wargowej dolnego przyśrodkowego zęba siecznego do brzegu siecznego najbardziej wysuniętego/wychylonego górnego zęba antagonistycznego oraz od brzegu siecznego najbardziej cofniętego/przechylonego dolnego zęba siecznego do powierzchni podniebiennej górnego zęba antagonistycznego. Oszacowano nagryz pionowy – na powierzchni wargowej dolnego przyśrodkowego zęba siecznego zaznaczono najniżej położony punkt na brzegu siecznym antagonisty. Stosunek odległości tego punktu od brzegu siecznego dolnego przyśrodkowego zęba siecznego do wysokości korony tego zęba wyrażał ułamek powierzchni dolnych zębów siecznych pokryty przez górne zęby sieczne, czyli nagryz pionowy.

Do określenia rozmiaru stłoczeń lub szparowatości wykorzystano wskaźnik Lundströma (Lundström 1978), czyli różnicę między sumą szerokości 12 zębów – siecznych, kłów, przedtrzonowych i pierwszych trzonowych a długością łuku zębowego mierzoną odcinkowo między punktami stycznymi następujących par zębów:



Podobne do odcinków A, B i C segmenty wyznaczano między parami zębów jednoimiennych i antagonistycznych we wszystkich kwadrantach. Otrzymano w ten sposób odcinki: A', B' i C' po stronie lewej w szczęcie, a, b i c po stronie prawej w żuchwie oraz a', b' i c' po stronie lewej w żuchwie. W przypadku obecności diastem lub trem punktem pomiarowym nie był punkt styczny, ale punkt położony na największej wypukłości mezjalnej bądź dystalnej ściany zęba sąsiadującego ze szparą w łuku. Szerokość ewentualnej diastemy lub tremy dodawano do obwiedni łuku. Ostatecznie wzór wskaźnika przyjął następującą postać:

a) $L_g = \Sigma$ odległości: A, B, C, A', B', C' + szerokość ewentualnej diastemy lub tremy / Σ szerokości 12 zębów górnych,

b) $L_d = \Sigma$ odległości: a, b, c, a', b', c' + szerokość ewentualnej tremy / Σ szerokości 12 zębów dolnych,

gdzie: L_g , to wskaźnik w szczęcie, a L_d – wskaźnik w żuchwie.

Aby potwierdzić rozpoznanie wady dotylnej, przeprowadzono diagnostykę niezgodności między szerokością bazy apikalnej i zębów na podstawie wskaźnika Boltona (Bolton 1958):

a) wskaźnik całkowity: $W_{cał} = \Sigma$ szerokości 12 zębów dolnych / Σ szerokości 12 zębów górnych $\times 100\% = 91,3\%$,

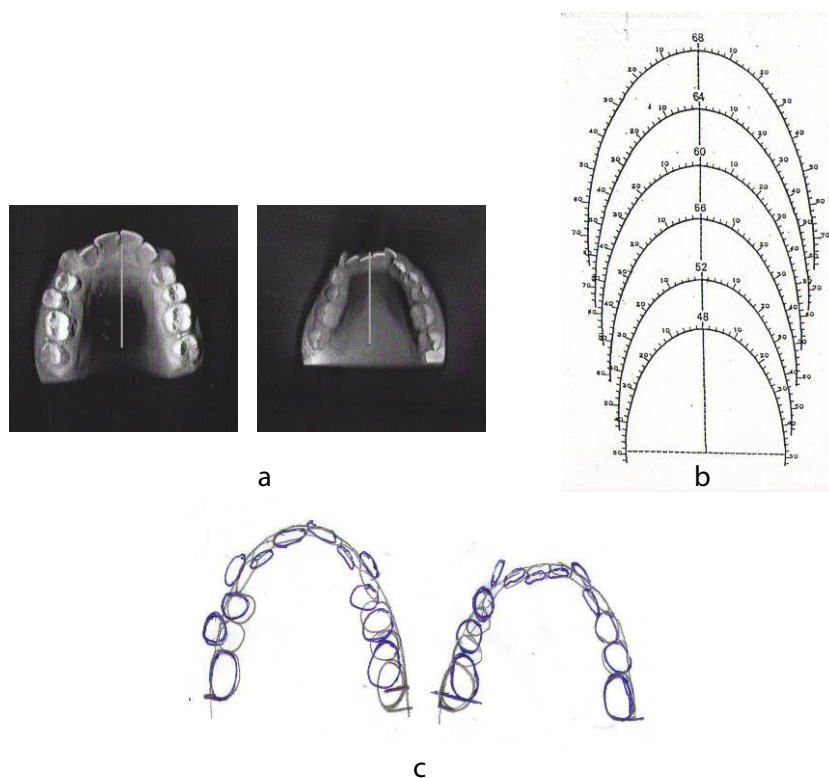
b) wskaźnik częściowy: $W_{cz} = \Sigma$ szerokości 6 przednich zębów dolnych / Σ szerokości 6 przednich zębów górnych $\times 100\% = 77,2\%$.

Szerokość zębów mierzono w wymiarze mezjalno-dystalnym, na poziomie punktów stycznych, a wyniki: dokładną wartość niedoboru miejsca dla zębów, obliczano na podstawie tabel Boltona (ryc. 19).

Wskaźnik całkowity		Wskaźnik częściowy					
Szczęka	Żuchwa	Szczęka	Żuchwa	Szczęka	Żuchwa	Szczęka	Żuchwa
85 mm	77,6 mm	98 mm	89,5 mm	41,5 mm	32,0 mm	48,0 mm	37,1 mm
86 mm	78,5 mm	99 mm	90,4 mm	42,0 mm	32,4 mm	48,5 mm	37,4 mm
87 mm	79,4 mm	100 mm	91,3 mm	42,5 mm	32,6 mm	49,0 mm	37,8 mm
88 mm	80,3 mm	101 mm	92,2 mm	43,0 mm	33,2 mm	49,5 mm	38,2 mm
89 mm	81,3 mm	102 mm	93,1 mm	43,5 mm	33,6 mm	50,0 mm	38,6 mm
90 mm	82,1 mm	103 mm	94,0 mm	44,0 mm	34,0 mm	50,5 mm	39,0 mm
91 mm	83,1 mm	104 mm	95,0 mm	44,5 mm	34,4 mm	51,0 mm	39,4 mm
92 mm	84,0 mm	105 mm	95,9 mm	45,0 mm	34,7 mm	51,5 mm	39,8 mm
93 mm	84,9 mm	106 mm	96,8 mm	45,5 mm	35,1 mm	52,0 mm	40,1 mm
94 mm	85,8 mm	107 mm	97,8 mm	46,0 mm	35,5 mm	52,5 mm	40,5 mm
95 mm	86,7 mm	108 mm	98,6 mm	46,5 mm	35,9 mm	53,0 mm	40,9 mm
96 mm	87,6 mm	109 mm	99,5 mm	47,0 mm	36,3 mm	53,5 mm	41,3 mm
97 mm	88,6 mm	110 mm	100,4 mm	47,5 mm	36,7 mm	54,0 mm	41,7 mm

Ryc. 19. Tabele według Boltona

Rozmiar stłoczeń w poszczególnych kwadrantach obu łuków oceniano na podstawie okluzogramów po obrysowaniu na modelu górnym szwu podniebiennego i zrzutowaniu go na model dolny (po przedłużeniu na tylne ograniczenie modeli gipsowych) ustalono położenie linii środka szczęki i żuchwy. Po wykonaniu kserokopii modeli wyjściowych, na podstawie obrysów szwu i jego rzutu wyznaczono prawidłowe położenie punktów styczności przyśrodkowych zębów siecznych (ryc. 20a). Następnie dobierano odpowiedni szablon kształtu obwiedni łuku: zachowujący wymiar międzykłowy i nie szerszy niż 3 mm od wymiaru międzytrzonowcowego, po czym przykładano go do kserokopii tak, by jego środek pokrywał się z prawidłowo położonym punktem styczności przyśrodkowych zębów siecznych w każdym łuku (ryc. 20b). Na szablon nałożono kalkę techniczną, na której obrysowano właściwą obwiednię łuku, zaznaczając jej środek oraz brzegi sieczne i powierzchnie żujące nieprawidłowo położonych zębów szczęki i żuchwy. Następnie, wzdłuż obwiedni, wrysowano zarysy powierzchni żujących i brzegów siecznych zębów gipsowych, umieszczając je na prawidłowych pozycjach (ryc. 20c). Ocenie podlegały powierzchnie dystalne ostatnich zębów trzonowych: ich odstęp między zębem położonym nieprawidłowo i prawidłowo decydował o rozmiarze stłoczeń w danym kwadrancie; jeżeli przekraczał 5 mm, istniało wskazanie do zmniejszenia liczby zębów.



Ryc. 20. Wykonywanie okluzogramów: a) kserokopia modelu szczęk i żuchwy z zaznaczonym obrysem szwu podniebiennego i jego rzutu b) schematy łuków idealnych, c) okluzogram górny i dolny

Analiza radiogramów

Pantomogramy wykonano w jednej pracowni na kliszach Kodak[®], w powiększeniu 1,2 (aparatus PM2002CC Proline, Planmeca; 64-70 kV, 0,5-10 mA, 15-18 s). Służyły do oceny: a) obecności i położenia zawiązków trzecich zębów trzonowych, b) ewentualnych zębów nadliczbowych, c) liczby zębów objętych próchnicą i z jej powodu leczonych, d) liczby zębów leczonych endodontycznie wraz ze stopniem wypełnienia ich kanałów, d) orientacyjnej odległości międzykorzeniowej.

Telerentgenogramy boczne czaszki wykonane również na kliszach Kodak[®] (aparatus PM2002CC Proline, Planmeca; 76-80 kV, 12 mA, 0,4-0,6 s) poddano analizie komputerowej za pomocą programu firmy Ortobajt[®], który

pozwalają oceniać teleradiogram metodami: Segnera i Hasunda, Schwarza, Steinera w modyfikacji Kaminka i Björka w modyfikacji Williamsa.

W analizach wykorzystano następujące punkty i linie odniesienia oraz kąty i parametry odległościowe, zestawione w kolejności alfabetycznej:

1. Antropometryczne punkty odniesienia:

a) nieparzyste:

– kostne:

articulare (Ar) – punkt przecięcia dolnego brzegu podstawy czaszki z konturem szyjki żuchwy,

basion (Ba) – najdalej do tyłu i najniżej położony punkt na stoku kości klinowej,

caput mandibulae (Cm) – punkt położony najwyżej na wyrostku kłykciowym żuchwy,

gnathion (Gn) – najniżej położony punkt spojenia żuchwy,

incision inferius (Iis) – punkt położony na brzegu siecznym na najbardziej wysuniętym, wychylonym, dolnym, przyśrodkowym zębie siecznym,

incision superius (Iss) – punkt położony analogicznie do *incision inferius (Iis)* na górnym, przyśrodkowym zębie siecznym,

nasion (N) – najbardziej wysunięty punkt szwu czołowo-nosowego,

pogonion (Pg) – najbardziej wysunięty punkt kostny bródki,

pterygomaxillare (Pm) – punkt przecięcia tylnego konturu trzonu szczęki, czyli przedniego ograniczenia dołu skrzydłowo-podniebiennego z zarysem miękkiego lub twardego podniebienia,

punkt A Downsa (A) – najgłębiej leżący punkt na przednim zarysie wyrostka zębodołowego szczęki; odnajduje się go, łącząc punkt *spina nasalis anterior (Sp)* z krawędzią wyrostka zębodołowego szczęki, a następnie przesuwając tę linię aż do uzyskania punktu stycznego z wklęsłością przedniego zarysu wyrostka zębodołowego szczęki,

punkt B Downsa (B) – najgłębiej leżący punkt na przednim konturze części zębodołowej żuchwy; odnajduje się go, łącząc punkt *pogonion* z brzegiem zębodołowym, a następnie przesuwając tę linię aż do uzyskania punktu stycznego z wklęsłością przedniego zarysu części zębodołowej żuchwy,

sella (S) – centrum kostnego zagłębienia *sella turcica*,

spina nasalis anterior (Sp) – najbardziej wysunięty punkt kolca nosowego przedniego,

– skórne:

columella (Ctg) – punkt leżący w miejscu przejścia prostego dolnego odcinka profilu nosa w wypukłość czubka nosa,

punkt wargi górnej (UL) – najbardziej wysunięty punkt położony na war-dze górnej,

punkt pogonion (Wpg) – punkt profilu tkanek miękkich najbardziej wysunięty na krzywiznie bródki,

subnasale (Sn) – punkt na największym zagłębieniu okolicy podnosowej, na styku skóry wargi górnej i przegrody nosa,

b) parzyste, kostne:

gonion (Go) – punkty położone najniżej i najdalej w kącie żuchwy; na teleradiogramie bocznym głowy widoczne zazwyczaj jako pojedynczy punkt przecięcia linii stycznej do gałęzi żuchwy z linią styczną do trzonu (linią żuchwową);

2. Linie odniesienia:

ArGo, MT₂ – linia łącząca punkty *articulare (Ar)* i *gonion (Go)*, styczna do tylnego wypuklenia kąta żuchwy,

Holdaway (H) - linia łącząca skórny *pogonion (Pg)* i *punkt wargi i górnej (Ul)*,

ML – linia podstawy żuchwy (linia żuchwowa), łącząca punkt *gnathion (Gn)* i dolne wypuklenie kąta żuchwy,

NA – linia łącząca punkt *nasion (N)* z punktem *A Downsa (A)*, stosowana jako linia odniesienia do opisu nachylenia osi górnych zębów przednich,

NGo – linia łącząca punkt *nasion (N)* z punktem *gonion (Go)*,

NSL – linia podstawy przedniego dołu czaszki, łącząca punkty *nasion (N)* i *sella (S)*,

NB – linia łącząca punkt *nasion (N)* z punktem *B Downsa (B)*, stosowana jako linia odniesienia do opisu nachylenia osi dolnych zębów przednich,

NGn – przednia wysokość twarzy: linia łącząca punkty *nasion (N)* i *gnathion (Gn)*,

NL – linia podstawy szczęki (linia nosowa), łącząca punkty *spina nasalis anterior (Sp)* i *pterygomaxillare (Pm)*,

oś długa dolnego zęba siecznego – linia łącząca środek światła kanału tego zęba i *punkt incision superius (Iis)*,

oś długa górnego zęba siecznego – linia łącząca środek światła kanału tego zęba i *punkt incision inferius (Iss)*,

SGo – tylna wysokość twarzy: linia łącząca punkty *sella (S)* i *gonion (Go)*,

styczna columella – linia łącząca punkt *subnasale (Sn)* i *columella (Ctg)*,

styczna wargi górnej – linia łącząca punkt *subnasale (Sn)* i *punkt wargi górnej (Ul)*;

3. Kąty:

1d-NB – kąt nachylenia przyśrodkowego dolnego zęba siecznego do linii *nasion-B Downsa* (wartość prawidłowa = 24°),

1g-NA – kąt nachylenia przyśrodkowego górnego zęba siecznego do linii *nasion-A Downsa* (wartość prawidłowa = 21°),

ArGoGn – kąt *articulare-gonion-gnathion* (wartość prawidłowa = 126°),

- ANB* – kąt *A-nasion-B* (wartość prawidłowa ustalana indywidualnie),
H – kąt między kostną linią *nasion-B* Downsa i linią *Holdaway* (wartość prawidłowa = 9°),
międzysieczny – kąt między długimi osiami zębów siecznych (wartość prawidłowa = 133°),
ML-NL – kąt między linią żuchwową i linią podstawy szczęki (wartość prawidłowa ustalana indywidualnie),
ML-NSL – kąt między linią żuchwową i linią podstawy przedniego dołu czaszki (wartość prawidłowa ustalana indywidualnie),
nosowo-wargowy – kąt między styczną wargi górnej i styczną do *columella* (wartość prawidłowa = 110°),
NL-NSL – kąt między linią podstawy szczęki i linią podstawy przedniego dołu czaszki (wartość prawidłowa ustalana indywidualnie),
SNA – kąt *sella-nasion-A* (wartość prawidłowa ustalana indywidualnie),
SNB – kąt *sella-nasion-B* (wartość prawidłowa ustalana indywidualnie);

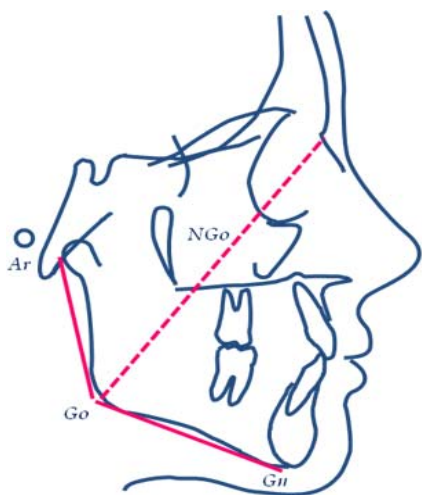
4. Parametry odległościowe:

- 1g-NA_{mm}* – odległość przyśrodkowego górnego zęba siecznego do linii *nasion-A* (wartość prawidłowa = 3,7 mm),
1d-NB_{mm} – odległość przyśrodkowego dolnego zęba siecznego do linii *nasion-B* (wartość prawidłowa = 3,8 mm),
długość szczęki – odległość między rzutem punktu *A* Downsa na płaszczyznę podstawy szczęki (*NL*) i punktem *pterygomaxillare* (*Pm*),
długość trzonu żuchwy – odległość między rzutem punktu *pogonion* (*Pg*) na płaszczyznę podstawy żuchwy (*ML*) i punktem *gonion* (*Go*),
WITS – odległość między rzutami punktów *A* i *B* na płaszczyznę okluzji.

Punkty odniesienia wprowadzono za pomocą krzyża podziałowego na płaskim ekranie komputera przenośnego (Fujitsu Siemens AMILO Pro V8010), albo na przymocowanej do monitora kliszy teleroentgenowskiej, albo na obrazie pochodzącym z nośnika cyfrowego. W wyniku przetworzenia danych przez software otrzymano kąty i odległości opisujące twarzową część czaszki: klasę szkieletową (kąt *ANB*, *WITS*), gnatyczne relacje pionowe (*NL-NSL*, *ML-NSL*, *ML-NL*), położenie zębów siecznych (*SNA*, *SNB*, *1g-NA*, *1d-NB*, *1g-NA_{mm}*, *1d-NB_{mm}*, kąt *międzysieczny*), cechy profilu (kąt *H*, kąt *nosowo-wargowy*), szkieletowe wskaźniki długości (*długość szczęki*, *długość trzonu żuchwy*) oraz kierunek wzrostu twarzy ($[SGo \text{ (mm)}/NGn \text{ (mm)}] \times 100\%$), co umożliwiło uzupełnienie niezbędnych danych diagnostycznych w pierwszej części indywidualnego arkusza pacjenta (tab. 2). Do rozpoznania komponentów szkieletowo-zębowych danej wady zgryzu wykorzystano tabelę i pole harmonii Segnera i Hasunda (Segner i Hasund 1996). Autorzy ci opracowali tabelę cefalometryczną szeregującą różne wartości kątów rosnąco (*ANB*, *SNA*, *SNB*) lub malejąco (*NL-NSL*, *ML-NSL*, *NL-ML*), na podstawie istotnych statystycznie ich

korelacji. Po wczytaniu punktów odniesienia z teleradiogramu do komputera, software – po obliczeniu kątów – wyznaczał położenie osi centralnej: linii przecinającej tabelę prostopadle, obrazującej harmonijną kombinację wartości zmiennych szkieletowych, przy której suma odległości pojedynczych pomiarów powyżej i poniżej tej linii była równa. Ze względu na szczególnie charakter zmiennych *SNA* i *SNB* ich odległości zostały potrojone. Oś centralna biegła przez środek nałożonego na tabelę pola harmonii (harmony box), czyli graficznie przedstawionego obszaru o stałym kształcie, w którym mieściły się dopuszczalne odchylenia wartości kątów od norm indywidualnych. Położenie wartości poza polem harmonii pozwoliło rozpoznać zaburzenia pionowych i poziomych proporcji części twarzowej czaszki. Pozycja samego pola determinowała indywidualny typ twarzy: prosty (ortognatyczny), wypukły (prognatyczny), cofnięty (retrognatyczny), sklasyfikowany przez autorów analizy na podstawie wartości kątów: *SNA*, *SNB* oraz *ANB* (tab. 3), co pozwoliło zweryfikować kliniczną ocenę profilu pacjenta. Pozycja osi centralnej umożliwiła ustalenie wartości kątów, które należało uzyskać podczas terapii, aby nie zniekształcić indywidualnego typu twarzy pacjenta.

W celu określenia typu rotacji żuchwy (Siriwat i Jarabak, 1985), na teleradiogramach wykreślono kąt *ArGoGn* i podzielono go – za pomocą przekątnej *NGo* – na część górną i dolną. Jeśli kąt dolny przyjął wartość większą od 75°, świadczyło to o dotylnym nachyleniu trzonu żuchwy, czyli o jej dystalnej rotacji; jeśli kąt dolny był mniejszy od 70°, przemawiało to za doprzednim nachyleniem trzonu żuchwy, a tym samym – za jej rotacją mezjalną, co wpisano w indywidualny arkusz pacjenta (tab. 2).



Tak przeprowadzona, szczegółowa diagnostyka była niezbędna do zapewnienia homogenności badanego materiału oraz do wyselekcjonowania jak największej liczby czynników o potencjalnym związku ze stabilnością tymczasowego zakotwienia korykalnego. Po postawieniu rozpoznania uzyskano zbiór 130-osobowy, złożony z 77 pacjentów płci żeńskiej i 53 pacjentów płci męskiej. Rozpiętość wiekowa badanych wyniosła 12–40 lat. Ze względu na planowane zakotwienie korykalne, badanych podzielono w zależności od wartości

Ryc. 21. Podział kąta *ArGoGn* na część górną i dolną za pomocą linii *NGo*; części te są niezbędne do określenia typu rotacji żuchwy

szkieletowych: klasy i kąta *ML-NL*, co pozwoliło wyłonić następujące grupy i podgrupy:

A – pacjenci ze szkieletową klasą I (43 osoby):

A₁ – ze zwiększonym kątem podstaw (28 osób),

A₂ – z neutralnym lub zmniejszonym kątem podstaw (15 osób),

B – pacjenci ze szkieletową klasą II (73 osoby):

B₁ – ze zwiększonym kątem podstaw (34 osoby),

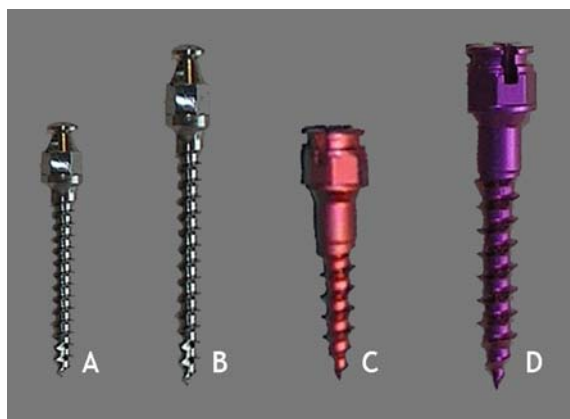
B₂ – z neutralnym lub zmniejszonym kątem podstaw (39 osób),

C – pacjenci ze szkieletową klasą III (14 osób); ze względu na rzadkie występowanie tej konfiguracji szkieletowej w badanym materiale, pacjentów grupy C nie dzielono na podgrupy ze zwiększonym lub zmniejszonym/neutralnym kątem podstaw.

Plany leczenia ortodontycznego, a tym samym – przemieszczenia zębów wymagające wszczępienia TAD wpisano w drugiej części indywidualnego arkusza pacjenta (tab. 2). W planach terapii, powstałych na podstawie szczegółowej diagnostyki, wyróżniono etapy niwelacji (szeregowania wstępnego), wzmocnienia zakotwienia za pomocą TAD, prowadzenia (przemieszczania zębów pojedynczo lub grupowo, wzdłuż obwiedni łuku zębowego), harmonizacji (wyrównania położenia linii środkowych: szczęki i żuchwy), finishingu (domknięcie szpar resztkowych i korekty drobnych nieprawidłowości) oraz retencji. Do niwelacji zaplanowano łuki okrągłe ze stopu niklowo-tytanowego, o zmniejszonym tarciu (Low Force, Forestadent, Phorzheim, Germany). Po wzmocnieniu zakotwienia za pomocą TAD, do prowadzenia i harmonizacji miały służyć czworokątne łuki stalowe (G & H Wire Company, Greenwood, IN, USA) z indywidualnie dogiętymi haczykami bądź z zaciskowymi zaczepami (Dentos, Daegu, South Korea). Łuki te miały być zastąpione – w fazie finishingu – przez okrągłe łuki stalowe i/lub prostokątne druty fragmentaryczne i łuki tytanowo-molibdenowe (G&H Wire Company, Greenwood, IN, USA). W ramach retencji zaplanowano górną płytkę Hawleya oraz dolny retainer stały z łuku stalowego plecionego, o przekroju 0,016 cala (G&H Wire Company, Greenwood, IN, USA) albo z materiału kompozytowego wzmocnionego włóknem szklanym (Everstick-ortho, Stick Tech, Turku, Finland).

Przemieszczenia ortodontyczne wymagające TAD były następujące: domykanie luk poekstrakcyjnych całkowicie od przodu (retrakcja *en masse*), dystalizacja całego uzębienia w szczęcie, czynnościowa eliminacja wad dotylnych (wyciągi klasy II), intruzja zębów siecznych, intruzja zębów trzonowych i mezjalizacja drugich zębów trzonowych. Wszystkie przemieszczenia wymagały zakotwienia absolutnego albo ze względu na sam typ przesunięcia (retrakcje *en masse*, dystalizacja całego uzębienia), albo też do wyeliminowania niekorzystnych działań ubocznych (niekontrolowany ruch zębów oporowych).

Pacjentom przedstawiono szczegółowy plan leczenia z uwzględnieniem procedur implantacji do celów ortodontycznych i z opisem postępowania chirurgicznego. Poinformowano również o możliwych niepowodzeniach implantacji – utraceniu śruby przed osiągnięciem celu terapeutycznego i potencjalnych czynnikach sprawczych: drażnieniu TAD przyległymi, ruchomymi tkankami miękkimi i miejscowym odczynie zapalnym. Każdy pacjent podpisał świadomą zgodę na implantację.



Ryc. 22. Typy TAD zastosowane w badaniach. A – Abso Anchor (krótki, o długości 6 mm), B – Abso Anchor (długi, o długości 8 mm), C – Ortho Easy Pin (krótki, o długości 6 mm), D – Ortho Easy Pin (długi, o długości 8 mm)

Po założeniu aparatu stałego (pełnego bądź fragmentarycznego), datę montażu notowano w drugiej części indywidualnego arkusza pacjenta. Trzy ostatnie wiersze arkusza dotyczące samych elementów tymczasowego zakotwienia kortykałnego, czyli datę wszczepienia i ewentualnej utraty oraz re-implantacji TAD, z uwzględnieniem ich rodzaju, długości, umiejscowienia i typu obciążenia, wypełniano sukcesywnie, od chwili implantacji, w zależności od sytuacji klinicznej: stabilności lub utraty TAD.

Ogółem wszczepiono 350 TAD dwóch różnych systemów, dzieląc je następująco: typ A (n = 187) – Abso Anchor (Dentos Co Ltd, Daegu, South Korea) i typ B (n = 163) – Ortho Easy Pin (Forestadent, Pforzheim, Germany). Elementy tymczasowego zakotwienia kortykałnego różniły się średnicą i długością (ryc. 22).

Oba typy miały budowę stożkową, zwężającą się od główki ku szczytowi: typ A: 1,3–1,2 mm, typ B: 1,6–1,2 mm, a także występowały w dwóch długościach: 8 mm (n = 173; 97 Abso Anchor i 76 Ortho Easy Pin) i 6 mm (n = 177; 90 Abso Anchor i 87 Ortho Easy Pin).

3.2. METODYKA BADAŃ

Metodyka badania objęła: własną modyfikację procedury implantacji TAD u pacjentów leczonych ortodontycznie oraz wyselekcjonowanie czynników potencjalnie odpowiedzialnych za niepowodzenie stosowania TAD.

Własna modyfikacja procedury implantacji TAD

Po wyleczeniu ubytków próchnicowych i zamontowaniu aparatu stałego, przy niezmienionej chorobowo błonie śluzowej, wszystkie elementy tymczasowego zakotwienia korykalnego zostały wprowadzone przez jednego operatora – autorkę pracy, zawsze w stałych terminach: nie wcześniej niż dwa tygodnie przed planowanym obciążeniem.

Technika zabiegu

Miejsce wprowadzenia implantu znieczulano nasiękowo, stosując 1/3 ampułki. Celem takiego postępowania było zachowanie pewnego stopnia wrażliwości ozębnej na ból spowodowany potencjalnym kontaktem TAD z korzeniem. Umożliwiało to operatorowi śródzabiegową zmianę toru wprowadzania TAD. Elementy tymczasowego zakotwienia korykalnego zakładano zawsze po niwelacji, w dniu planowanej zmiany łuku aparatu ortodontycznego na sztywniejszy: niklowo-tytanowy prostokątny, stalowy okrągły lub stalowy prostokątny, w zależności od planowanych przesunięć ortodontycznych. Ze względu na oburęczność autorki, a tym samym możliwość dowolnego zajmowania miejsca po prawej lub lewej stronie unitu stomatologicznego zarówno oznaczanie miejsca wszczepienia TAD, jak i sama procedura odbywały się zawsze pod pełną kontrolą wzroku dzięki prostopadłemu wglądowi w pole operacyjne.



Ryc. 23. Wyznaczanie mezjalno-dystalnej pozycji TAD:
a) fiksacja zgłębnika, b) obrót zgłębnika i wciśnięcie
ramienia pionowego w strefę międzyzętkową

Rozpoczęto od ustalenia położenia TAD na stoku wyrostka zębodołowego; w celu uniknięcia rekomendowanej przez innych autorów (Sung i wsp. 2006) radiologicznej kontroli odległości międzykorzeniowej zastosowano uproszczoną procedurę. Zgłębnik stomatologiczny (kąt rozwarcia = 120°) przyłożono zgięciem nieco poniżej (w szczęcie) lub powyżej (w żuchwie) punktu stycznego koron zębów sąsiadujących z TAD, w płaszczyźnie okluzji (ryc. 23a). Po obróceniu zgłębnika tak, aby ramię pionowe przylegało do stoku wyrostka zębodołowego (ryc. 23b) oznaczono środek odległości międzykorzeniowej; wtłoczenie zgłębnika w zanemizowaną błonę śluzową potwierdziło jego międzyzębkową lokalizację, a tym samym – wyznaczyło położenie mezjalno-dystalne TAD. Położenie TAD w wymiarze pionowym: odległość od płaszczyzny okluzji, wyznaczano albo w śladzie po pionowym ramieniu zgłębnika, albo w jego przedłużeniu, wykonując wkłucie. Wybór pozycji pionowej zależał od wymogów biomechaniki: w przypadkach ekstrakcji *en masse*, pionizacji i intruzji, TAD instalowano w strefie dziąsła luźno związanego z okostną; w przypadkach przemieszczeń *bodily* (dystalizacja i mezjalizacja) oraz stosowania wyciągów klasy II, TAD wszczepiano w strefie dziąsła właściwego. Miejsce wkłucia zgłębnika determinowało środek pionowego 4-milimetrowego nacięcia błony śluzowej; nacięcie poprzedzało każdą implantację TAD, bez względu na lokalizację, także w przypadku wszczepiania w strefie dziąsła właściwego. Po odwarstwieniu brzegów rany za pomocą raspatora, specjalista ortodonta (J.A.) przystępował do nawiertu. Wybór systemu Abso Anchor wymagał wykonania zagłębienia w blaszce korykalnej wyrostka zębodołowego, za pomocą mikromotoru z endodontyczną kątnicą zwalniającą (Anthogyr, przełożenie 64:1) i wiertłem różyczkowym o średnicy 0,9 mm; zagłębienie – przesunięte o 1–2 mm w kierunku sklepienia przedsionka jamy ustnej w stosunku do planowanego miejsca główki TAD w wymiarze pionowym – miało przeciwdziałać ślizganiu się wiertła prowadzącego po stoku wyrostka zębodołowego. Kolejnym etapem było wytworzenie otworu (łoża) dla TAD, do czego wykorzystano wiertła prowadzące, odpowiednio dobrane do stosowanych systemów (ryc. 24); wszystkie nawiertu prowadzono w obfitym chłodzeniu roztworem soli fizjologicznej. Zgodnie z instrukcją badaczy koreańskich (Sung i wsp. 2006), otwór dla tymczasowych elementów kotwiących systemu Abso Anchor wykonywano w określonym nachyleniu do osi długiej zęba sąsiadującego z TAD: $30\text{--}40^\circ$ w szczęcie i $10\text{--}20^\circ$ w żuchwie (ryc. 25). Nachylenie otworu zmieniało miejsce wprowadzania TAD – przybliżało je o 1–2 mm do płaszczyzny łuku aparatu bądź równika zęba, co uwzględniano przy wyborze umiejscowienia TAD i wykonywaniu nawiertu wiertłem różyczkowym.



a



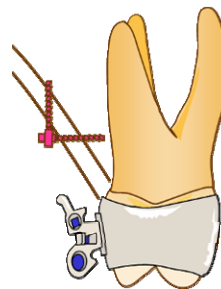
b

Ryc. 24. Wiertła prowadzące: a) dla systemu Abso Anchor (w ramce),
b) dla systemu Ortho Easy Pin

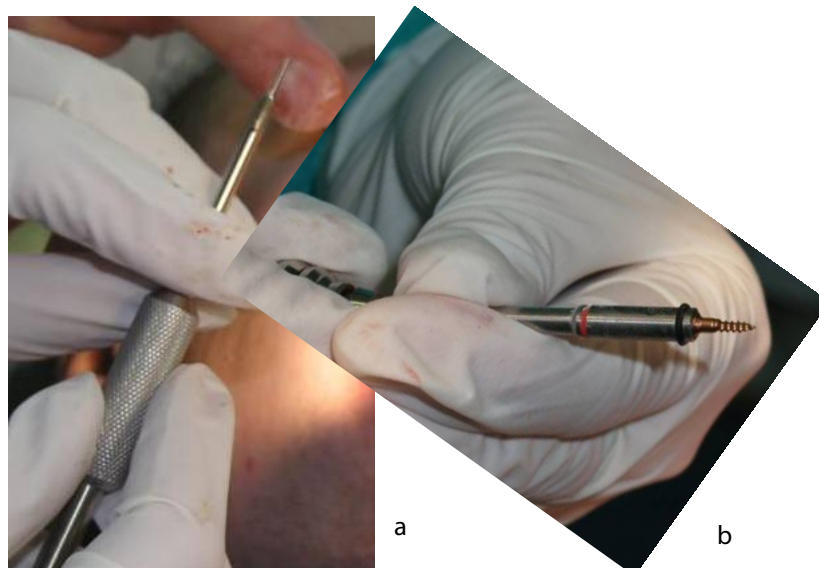


Ryc. 25. Angulacja otworu dla TAD: a) w szczęcie, b) w żuchwie

Celem nachylenia otworu do wyrostka zębodołowego było zwiększenie liczby skoków TAD w blaszce kortycznej, co miało radykalnie poprawić retencję oraz zmniejszenie ryzyka kontaktu TAD z korzeniem zęba (ryc. 26). Autorka nie wykonała takiej angulacji w przypadku implantów typu B, mimo instrukcji klinicystów (Ludwig i wsp. 2008).

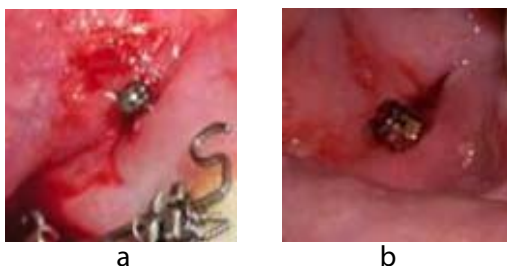


Ryc. 26. Korzyści angulacji otworu dla TAD (oddalenie od korzenia zęba i zwiększenie powierzchni TAD kontaktującej z blaszką kortyczną)



Ryc. 27. Prawidłowy chwyt śrubokrętu: a) do systemu Abso Anchor, b) do sytemu Ortho Easy Pin

W prezentowanych badaniach, w szczęce stosowano długie elementy tymczasowego zakotwienia kortykalnego (8 mm), w żuchwie natomiast – elementy krótkie (6 mm).



Ryc. 28. Prawidłowo wyeksponowana ponad błonę śluzową główka TAD: a) Abso Anchor, b) Ortho Easy Pin

Główka prawidłowo zainstalowanego TAD, po dokręceniu długim śrubokrętem, obracanym kciukiem i palcem wskazującym, a nie ruchami nadgarstka (ryc. 27), była wyeksponowana co najmniej 2 mm ponad powierzchnię błony śluzowej (ryc. 28). Gdy TAD zakładano w strefie dziąsła luźnego, drut ligaturowy o przekroju 0,0125 cala albo po przełożeniu przez otwór w główce typu A, lub po wprowadzeniu w podcięcie główki typu B skręcano i zaczepiano na łuku aparatu ortodontycznego (ryc. 29). Takie przedłużenie zapewniało możliwość wykorzystania TAD, mimo zarastania jego główki przez błonę śluzową. Przeciwnie do zaleceń badaczy koreańskich (Sung i wsp. 2006), autorka nie stosowała leków przeciwbólowych i antybiotykoterapii prewencyjnej; dyskomfort pooperacyjny był niewielki we wszystkich przypadkach. Procedury zabiegowej nie kończono wykonaniem radio-

gramów przylegających, w dwóch projekcjach: skośnej i ortoradialnej, rekomendowanych przez innych autorów (Sung i wsp. 2006, Ludwig i wsp. 2008).

Pacjentom zalecano unikanie spożywania ciepłych pokarmów i płynów w dniu zabiegu; po implantacji przeprowadzono szczegółowy instruktaż (technika szczotkowania i płukanki uzupełniające), zwracając uwagę na konieczność utrzymania starannej higieny i oczyszczanie eksponowanych powierzchni TAD.

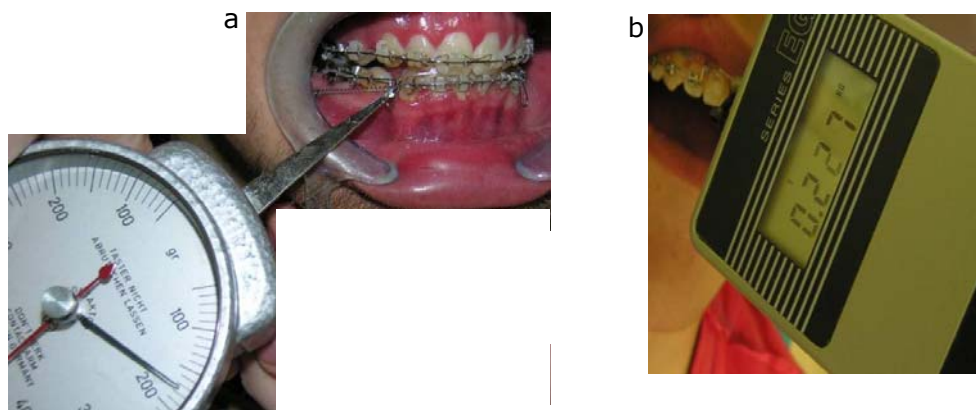
Obciążenie TAD siłą nie większą niż 50 G, której źródłem był skręcony drut ligaturowy o przekroju 0,0125 cala, następowało po dwóch tygodniach od zabiegu – po wycofaniu stanu zapalnego i obrzęku tkanek miękkich. Zwiększenie wartości siły nastąpiło dopiero po trzech miesiącach, czyli po stwierdzeniu stabilności wtórnej;

maksymalne obciążenie TAD i wynosiło około 200 G, co podlegało stałej kontroli, zarówno za pomocą siłomierzy klasycznych (ryc. 30a), jak i cyfrowych (ryc. 30b).

Obciążenie TAD, czyli źródło siły stanowiły elementy zróżnicowane. Zamknięte, jednoszczękowe sprężyny niklowo-tytanowe (G&H Wire Company, Greenwood, IN, USA), działały siłą zależną od rozciągnięcia: 125–250 G; w szczęcie zakładano sprężyny krótsze (13 mm), w żuchwie dłuższe (15 mm). Zastosowanie tego typu sprężyn (ryc. 31), w których mniejszy zaczep oczkowy odrywał się w chwili nadmiernego odkształcenia sprężyny chroniło przed przedawkowaniem siły.



Ryc. 29. Przedłużenie z drutu ligaturowego, skręcone wokół główki TAD



Ryc. 30. Pomiary wartości siły: a) siłomierz klasyczny, b) siłomierz cyfrowy

Sprężyny te wykorzystywano do retrakcji *en masse*, dystalizacji i mezjalizacji, a także do odtwarzania linii środkowych. Do korekty klasy II stosowano elastyczne wyciągi międzyszczękowe o przekroju 3/16 i 4/16 cala lub długie (20 mm) sprężyny zamknięte (Forestadent, Phorzheim, Germany). Do przesunięć pionowych, takich jak skracanie zębów siecznych i trzonowych (ryc. 35b), wykorzystywano nić elastyczną (Super thread, Rocky Mountain, Denver, CO, USA). Elementy tymczasowego zakotwienia kortykalnego obciążano bezpośrednio, przykładając do nich siłę lub pośrednio, działając na ząb połączony z TAD (ryc. 32).

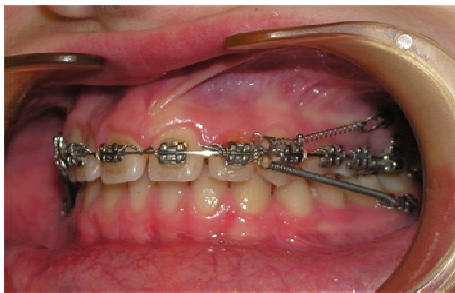


Ryc. 31. Sprężyna jednoszczękowa o asymetrycznych zaczepach oczkowych

Całkowity czas leczenia zależał od typu przemieszczenia ortodontycznego i wahał się 8,2–26,1 miesiąca (średnio: $19,2 \pm 2,3$ miesiąca). Tymczasowe zakotwienie kortykalne pozostało w jamie ustnej aż do zakończenia leczenia ortodontycznego; ruchomość TAD, która wymaga-

ła ponownego wszczepienia uznawano za niepowodzenie.

W przypadku ponownego wszczepiania TAD zabieg wykonywano albo co najmniej po 10 tygodniach – wszczep w tej samej okolicy, albo natychmiast – wszczep w okolicy przyległej. Ruchomość TAD trzykrotnie sprawdzano za pomocą pincety stomatologicznej: 2 tygodnie po zabiegu (bezpośrednio przed obciążeniem), 12 tygodni po zabiegu (bezpośrednio przed zwiększeniem wartości siły) i 6 miesięcy po implantacji.



a



b

Ryc. 32. Typy obciążenia maksymalnych zakotwień międzyszczękowych:

- a) bezpośrednio z wykorzystaniem sprężystych wyciągów klasy II,
- b) pośrednio z wykorzystaniem elastycznych wyciągów klasy II

Przyjęto następujące kryteria powodzenia: a) brak odczynu zapalnego tkanek miękkich w okolicy przyległej do TAD, b) brak widocznej klinicznie ruchomości, c) skuteczne podparcie zapewniające przemieszczenia zębów o co

najmniej 3 mm, d) zabezpieczenie zakotwienia aż do zakończenia celowych przesunięć zębowych. Za niepowodzenie uznano: a) nasiloną ruchomość TAD, która wymagała ich reimplantacji, b) utratę TAD między wizytami kontrolnymi, c) utratę TAD podczas sprawdzania ich ruchomości za pomocą pincety stomatologicznej w czasie krótszym niż 8 miesięcy po wszczępieniu lub przed zakończeniem planowanych przesunięć zębów.

Czynniki mogące wpływać na stabilność TAD

Kliniczne zmienne, oceniane pod względem potencjalnego wpływu na sukces implantacji TAD, podzielono na następujące kategorie: a) związane z pacjentem, b) związane z budową TAD, c) związane z położeniem TAD, d) związane z leczeniem ortodontycznym.

Czynniki związane z pacjentem:

- wiek (≤ 20 lat lub > 20 lat),
- płeć (żeńską lub męską),
- rysy twarzy (typ profilu, *en face*: położenie punktu *pogonion* i linii *cheilon-cheilon*),
- relacje szkieletowe części twarzowej czaszki i relacje zębowe, takie jak: typ rotacji twarzy, klasa szkieletowa (I, II lub III) oraz kąt *SNA* i *SNB*, kąt między linią zuchwową i linią podstawy szczęki (*ML-NL*), nagryz poziomy – *over jet (OJ)*^{*}, nagryz pionowy – *over bite (OB)*^{*}, klasyfikowane następująco: 0 – wartość prawidłowa, 1 – wartość zmniejszona, 2 – wartość zwiększona, klasy: Angle'a i kłowa, położenie punktów *incision*.

Czynniki związane z budową TAD (ryc. 22):

- rodzaj TAD (typ A: Abso Anchor i typ B: Ortho Easy Pin),
- długość TAD (krótka: 6 mm i długa: 8 mm).



a



b

Ryc. 33. Pionowe położenie TAD: a) niskie (*S-DW*) b) wysokie (*Ż-DL*)

^{*} Ze względu na identyczne pierwsze litery w polskich słowach nagryz poziomy i nagryz pionowy dla jasności kategorii wykorzystano skrót z języka angielskiego.

Czynniki związane z położeniem TAD:

- kwadrant: lewy lub prawy (L lub P),
- pozycja pionowa (ryc. 33): wprowadzenie TAD w szczękę [w strefę dziąsła właściwego, 5–6 mm powyżej płaszczyzny łuku aparatu (*S-DW*)] lub w strefę dziąsła luźnego, co najmniej 3 mm powyżej granicy z dziąsłem właściwym (*S-DL*)] lub w żuchwę, w miejscach analogicznych do szczęki (*Ż-DW*, *Ż-DL*),
- pozycja pozioma, sagitalna (ryc. 34): wprowadzenie TAD w szczękę [między drugi ząb przedtrzonowy i pierwszy trzonowy (*S*) i między zęby sieczne przyśrodkowe (*SC*)] lub w żuchwę [między zęby trzonowe (*Ż-T*) lub przedtrzonowe (*Ż-P*) i między zęby sieczne przyśrodkowe (*ŻC*)];



a



b



c



d

Ryc. 34. Poziome położenie TAD: a) między pierwszym zębem przedtrzonowym i trzonowym w szczęce po stronie lewej (*SL*),
b) między zębami siecznymi przyśrodkowymi w szczęce (*SC*),
c) między zębami trzonowymi w żuchwie (*Ż-T*),
d) między zębami przedtrzonowymi w żuchwie (*Ż-P*)



a



b



c

Ryc. 35. Typ przemieszczenia ortodontycznego:
a) retrakcja *en masse*, b) intruzja dolnych zębów trzonowych,
c) mezjalizacja dolnych zębów trzonowych

Czynniki związane z leczeniem ortodontycznym:

- typ obciążenia (ryc. 32): pośrednie (TAD połączone z zębem, do którego przykładano siłę) lub bezpośrednie (siłę przykładano bezpośrednio do TAD),
- typ przemieszczenia ortodontycznego: a) retrakcja *en masse* (przyłożenie siły o kierunku skośnym do góry i tyłu, skutkujące jednoczesną, co najmniej 4-milimetrową, obustronną retrakcją – wszystkich sześciu zębów przednich oraz z ich przechyleniem; ryc. 35a), b) dystalizacja *en masse* (przyłożenie siły o kierunku poziomym, przechodzącej przez centrum oporu przesuwanych grupowo zębów, skutkujące ich 2–3-milimetrową dystalizacją w obu kwadrantach; ryc. 33a), c) wysunięcie zuchwy [wyciągi klasy II o sile 150 G na stronę, której źródłem były zarówno elementy sprężyste (zamknięte sprężyny NiTi; ryc. 32a), jak i elastyczne, (wyciągi o przekroju 3/16 i 4/16 cala; ryc. 32b)], d) intruzja zębów trzonowych i siecznych (siła o kierunku pionowym, przesuwająca zęby

w głąb wyrostka zębodołowego o 2–3 mm; ryc. 35b) oraz e) mezjalizacja zębów trzonowych w żuchwie (domykanie luk po dawnych ekstrakcjach pierwszych zębów trzonowych pod wpływem siły poziomej, przesuwającej drugie zęby trzonowe o 7–10 mm; ryc. 35c).

3.3. ANALIZA STATYSTYCZNA

Baza danych została skonstruowana w programie Excel: w arkuszu wpisano dane wszystkich pacjentów z TAD zainstalowanym od października 2003 roku; pominięto wprowadzanie położenia punktu *pogonion* (*Pg*), który – w projekcji *en face* – leżał centrycznie u wszystkich kwalifikowanych do badania pacjentów.

Analiza statystyczna objęła statystykę opisową wyników badań (wartości średnie i odchylenia standardowe) w całej grupie TAD. Wyznaczono także odsetek powodzeń w podgrupach wybranych zmiennych, takich jak: wiek, płeć, zaburzenia szkieletowe, typ, długość i umiejscowienie TAD w wymiarze poziomym i pionowym, rodzaj obciążenia TAD i planowane przemieszczenia pod wpływem sił ortodontycznych. Następnie opracowano krzywe przetrwania TAD w funkcji czasu, wykorzystując analizę według Kaplana-Meiera do oceny utrzymania TAD w zależności od: wieku i płci pacjenta, jego konfiguracji profilu, szkieletu i relacji zębowych, długości i średnicy TAD oraz ich położenia w płaszczyźnie czołowej, strzałkowej i względem płaszczyzny frankfurckiej, a także od typu przesunięcia ortodontycznego. Ponieważ zmienne były ciągłe, rozkład procentowy powodzeń stosowania TAD w zależności od wszystkich wyselekcjonowanych czynników został zbadany za pomocą testu log rank, w przypadku zmiennych jednokrotnych, za pomocą natomiast analizy regresyjnej według Coxa badano zmienne wielokrotne, takie jak np. typ przesunięć ortodontycznych.

Dane analizowano za pomocą programu SPSS dla Windows, wersja 15.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) oraz Statistica v. 8.0 (Statsoft Inc, Tulsa, OK, USA). Istotność statystyczną ustalono na poziomie $p < 0,05$ dla wszystkich testów.

Tabela 2. Indywidualny arkusz pacjenta

Nr arkusza.....									
Część pierwsza									
Dane podmiotowe	płeć			męska		żeńska			
	wiek (w latach)	≤ 20		> 20					
Ocena profilu	profil	prosty			wypukły		wklęsły		
	warga górna	położona prawidłowo			wysunięta		cofnięta		
	warga dolna	położona prawidłowo			wysunięta		cofnięta		
Ocena rysów twarzy <i>en face</i>	<i>pogonion en face</i>	centrycznie			przesunięty w prawo		przesunięty w lewo		
	linia kątów ust	prawidłowa			obniżona				
Ocena zewnętrzna	klasa Angle'a	I			II		III		
	nagryz poziomy	2 mm			> 2 mm		< 2 mm		
	nagryz pionowy	$\frac{1}{3}$ - $\frac{1}{2}$			< $\frac{1}{3}$		> $\frac{1}{2}$		
	<i>incision superius</i>	położony centrycznie			przesunięty w prawo		przesunięty w lewo		
	<i>incision inferius</i>	położony centrycznie			przesunięty w prawo		przesunięty w lewo		
Analiza radiogramów	klasa szkieletowa	I			II		III		
	kąt podstaw	prawidłowy			zwiększony		zmniejszony		
	kąt <i>SNA</i>	≤ 85°, ≥ 79°			> 85°		< 79°		
	kąt <i>SNB</i>	≤ 83°, ≥ 77°			> 83°		< 77°		
	typ rotacji twarzy	neutralna			dotylna		doprzednia		
typ rotacji żuchwy	neutralna			dotylna		doprzednia			
Typ twarzy	<i>RD</i>	<i>RN</i>	<i>RM</i>	<i>OD</i>	<i>ON</i>	<i>OM</i>	<i>PD</i>	<i>PN</i>	<i>PM</i>

cd. tab. 2

Część druga						
Plan leczenia						
Typ ruchu ortodontycznego	intruzja zębów siecznych	dystalizacja <i>en masse</i>	mezjalizacja dolnych zębów trzonowych	intruzja zębów trzonowych	wysunięcie żuchwy (za pomocą wyciągów klasy II)	retrakcja <i>en masse</i>
Kluczowe daty (wraz z informacją na temat TAD)	rozpoczęcie leczenia					
	instalacja (typ, długość i umiejscowienie TAD)					
	utrata (typ, długość i umiejscowienie TAD)					
	reinstalacja (typ, długość i umiejscowienie TAD)					

RD – twarz retrognatyczna dystalna, *RN* – twarz retrognatyczna neutralna, *RM* – twarz retrognatyczna mezjalna, *OD* – twarz ortognatyczna dystalna, *ON* – twarz ortognatyczna neutralna, *OM* – twarz ortognatyczna mezjalna, *PD* – twarz prognatyczna dystalna, *PN* – twarz prognatyczna neutralna, *PM* – twarz prognatyczna mezjalna

Tabela 3. Klasyfikacja typów twarzy według Segnera i Hasunda

Typ twarzy	Dystalny	Neutralny	Mezjalny
Retrognatyczny ($SNA < 79^\circ$, $SNB < 77^\circ$)	$ANB > 2^\circ$	$2^\circ \geq ANB \geq -2^\circ$	$ANB < -2^\circ$
Ortognatyczny ($\geq 85^\circ SNA \geq 79^\circ$, $\geq 83^\circ SNB \geq 77^\circ$)	$ANB > 4^\circ$	$4^\circ \geq ANB \geq 0^\circ$	$ANB < 0^\circ$
Prognatyczny ($SNA > 85^\circ$, $SNB > 83^\circ$)	$ANB > 6^\circ$	$6^\circ \geq ANB \geq 2^\circ$	$ANB < 2^\circ$

SNA, SNB, ANB – wartości kątów cefalometrycznych

4. WYNIKI

Homogenność badanych grup, po weryfikacji statystycznej, została potwierdzona brakiem istotności różnic wewnątrzgrupowych pod względem wskaźników szkieletowych: klasy i kąta podstaw. Na podstawie zmiennych z indywidualnego arkusza pacjenta w badanym materiale ustalono, że klasyfikacja profilu i typ rotacji twarzy zawsze odpowiadały klasie szkieletowej rozpoznanej podczas analizy teleradiogramu (tab. 4), stąd jedynie tę ostatnią wartość oceniono za pomocą testów statystycznych. Położenie wargi górnej i dolnej było zawsze jednoznacznie związane z wartościami kątów – odpowiednio: *SNA* i *SNB* (tab. 5), dlatego tylko dane szkieletowe testowano statystycznie. Brak różnic wewnątrzgrupowych pod względem wszystkich wymienionych wskaźników dodatkowo wzmocnił homogenność badanego materiału.

Po zestawieniu wszystkich cech badanego materiału i metodyki zabiegu, wyniki przedstawiono na rycinach 36–59 oraz w tabelach: 6 i 7.

4.1. KORELACJE PARAMETRÓW DIAGNOSTYCZNYCH

W badanym materiale nie znaleziono związku niskiego położenia linii łączącej punkty *cheilon* z dotylną rotacją żuchwy (ryc. 36); niskie położenie kątów ust stwierdzono jedynie w 29,81% przypadków dystalnej rotacji żuchwy, przy czym związek ten był statystycznie istotny ($p < 0,05$). Silna korelacja niskiego położenia linii *cheilon-cheilon* dotyczyła także cech patognomicznych wad dotylnych: klasy II i powiększonego nagryzu poziomego oraz wad pionowych: zwiększonego kąta między linią podstawy szczęki i linią żuchwową (*ML-NL*), które stwierdzono odpowiednio w: 79,17, 68,75 i 75%, przypadków (ryc. 37).

Rozkład zmienności ocenianych wskaźników zębowych – nagryzów poziomych i pionowych – w zależności od wzajemnego położenia podstawy szczęki i trzonu żuchwy zarówno w płaszczyźnie strzałkowej (przednio-tylnego), jak i w płaszczyźnie czołowej (pionowego) przedstawiono na rycinach 38 i 39. Stwierdzone relacje szkieletowe były kompensowane zębowo najmocniej w przypadku III klasy szkieletowej, kiedy nagryz poziomy o wartości neutralnej wystąpił w 47,06% przypadków (ryc. 38). Charakterystyczny dla klasy II, zwiększony nagryz poziomy stwierdzono u 62,87% badanych; w 1,98% przypadków nagryz ten był spłycony. Klasa I najczęściej współistniała z prawidłowym nagryzem poziomym: (40,36%), przy czym występowanie nagryzów po-

ziomych nietypowych dla relacji szkieletowych klasy I i III wykazano odpowiednio: u 59,64% i u 52,94% badanych, czyli prawie dwukrotnie częściej niż w klasie II, w której odsetek ten wyniósł 37,13%. Ujawnione braki kompensacji zaburzeń szkieletowych (klasy II i III) były dodatnie i statystycznie istotne; taką istotność stwierdzono także w przypadku prawidłowej konfiguracji szkieletowej – klasy I i zmniejszonego nagryzu poziomego. Gnatyczne zaburzenia pionowe również nie podlegały kompensacjom zębowym; istotne statystycznie, częstsze występowanie pionowych relacji zębów siecznych adekwatnych do pionowej konfiguracji szkieletowej, nasilało się wraz ze spadkiem wartości kąta *ML-NL* (ryc. 39). Zmniejszony kąt między linią podstawy szczęki i linią żuchwową (*ML-NL1*) współistniał z pogłębionym nagryzem pionowym (*OB2*) u 100% badanych. W przypadku neutralnego kąta podstaw (*ML-NL0*), spłycony i pogłębiony nagryz pionowy wykazano ogółem w 23,08% przypadków; nietypowe dla konfiguracji szkieletowej nagryzy pionowe: spłycone (*OB1*) bądź pogłębione (*OB2*) stwierdzono odpowiednio – w 3,84 i 19,24% przypadków. Zwiększenie kąta między linią podstawy szczęki i linią żuchwową (*ML-NL2*) podlegało silniejszej kompensacji: u 41,06% pacjentów nie obserwowano współistnienia spłyconego nagryzu pionowego; jego wartość neutralną (*OB0*) i pogłębienie (*OB2*) rozpoznano odpowiednio w: 33,82 i 7,24% przypadków. Istotności statystycznej nie stwierdzono jedynie w związku neutralnego kąta podstaw (*ML-NL0*) i pogłębionego nagryzu pionowego (*OB2*).

Ze względu na stan uzębienia pacjentów – brak pierwszych zębów trzonowych w kwadrantach – klasy Angle'a nie można było w określić u 6,8% pacjentów. W pozostałych przypadkach ustalono rozkład współzmienności klasy Angle'a i kłowej w zależności od klasy szkieletowej (ryc. 40). Związek klas był zróżnicowany, chociaż w przypadkach I klasy szkieletowej najczęściej (47%) stwierdzono I klasę Angle'a i I klasę kłową, a II klasę szkieletową najczęściej (84%) charakteryzowało współwystępowanie II klasy Angle'a i II klasy kłowej. Niemniej jednak w żadnej klasie szkieletowej nie wykazano homogenności – współistnienia klas zębowych z adekwatną klasą szkieletową w każdym przypadku – a u pacjentów z klasą III stwierdzono częstsze występowanie III klasy Angle'a i II klasy kłowej (23%) niż III klasy Angle'a i III klasy kłowej. Stwierdzone korelacje klas szkieletowych i odpowiadających im wzajemnych położań pierwszych stałych zębów trzonowych były statystycznie istotne: szkieletowa klasa I, II lub III najczęściej współistniała z – odpowiednio – I, II lub III klasą Angle'a; takiej zależności nie wykazano w przypadku klas kłowych: ich nieadekwatne związki z klasą szkieletową były istotne statystycznie.

4.2. PARAMETRY DIAGNOSTYCZNE A STABILNOŚĆ TAD

Dziesięć spośród 350 tymczasowych elementów kotwiących wykazało cechy ruchomości, czyli wymagały dokręcenia; 23 TAD utracono, zostały więc zastąpione nowymi elementami. Całkowity odsetek powodzeń wyniósł zatem 93,43%; 327 spośród 350 wszczepionych TAD zachowało swoją przydatność do końca leczenia ortodontycznego.

Wyniki analizy odsetka powodzeń stosowania TAD, w zależności od parametrów diagnostycznych, czyli czynników związanych z pacjentem przedstawiono w tabeli 6. Istotnie statystycznie lepsze utrzymanie TAD obserwowano częściej przy neutralnej linii kątów ust (94,69%, $p = 0,002$), pogłębionym nagryzie pionowym ($OB2 = 97,29\%$, $p = 0,023$), II klasie Angle'a (95,41%, $p = 0,031$), powiększonym kącie SNA ($SNA2 = 97,18\%$, $p = 0,012$) i przy powiększonym kącie SNB ($SNB2 = 95,23\%$, $p = 0,003$), co odłożono w jednostce czasu (ryc. 41–45). Badania pozostałych czynników związanych z pacjentem nie ujawniło istotnych statystycznie zależności. Niemniej jednak, lepsze utrzymanie TAD klinicznie stwierdzono u pacjentów: powyżej 20 roku życia (93,93%; ryc. 46), płci żeńskiej (93,92%; ryc. 47), z punktem *incision superius* położonym prawidłowo (93,63%; ryc. 48), z punktem *incision inferius* przemieszczonym w lewo (95,74%; ryc. 49), z prawidłowym nagryzem poziomym (93,98%; ryc. 50), z II klasą kłową (94,16%; ryc. 51), z prawidłowym kątem $ML-NL$ (96,15%; ryc. 52) i z III klasą szkieletową (100,00%; ryc. 53).

4.3. PARAMETRY KLINICZNE A STABILNOŚĆ TAD

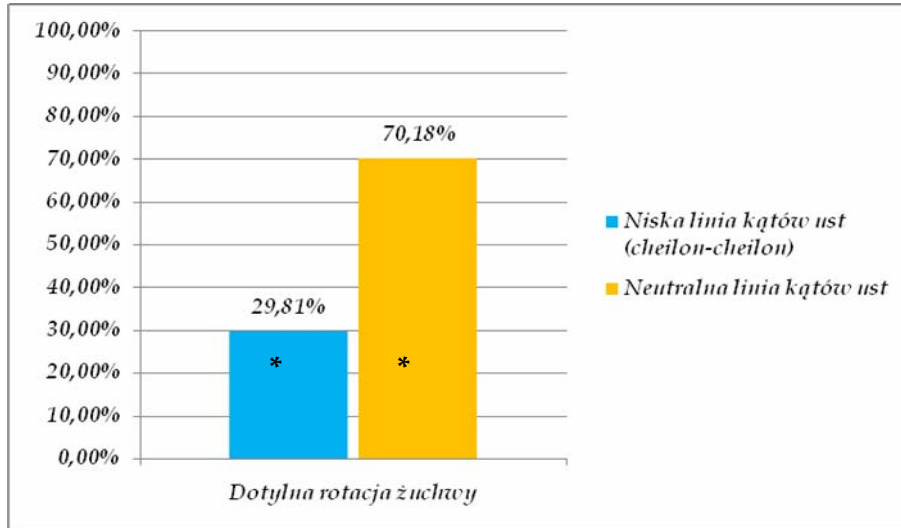
Związek między stabilnością TAD i parametrami klinicznymi, czyli budową i położeniem TAD oraz z leczeniem ortodontycznym przedstawiono w tabeli 7. Wyniki analizy według Kaplana-Meiera, oceniające odsetek powodzeń w zależności od wyselekcjonowanych w badaniach czynników działających w jednostce czasu, przedstawiono na rycinach 54–59.

Analiza czynników związanych z budową TAD nie dała żadnych istotnych statystycznie wyników; typ i długość TAD nie wpłynęły na odsetek powodzeń, chociaż klinicznie obserwowano lepsze utrzymanie systemu Abso Anchor (94,11%) oraz TAD o zwiększonej długości (94,79%), co przedstawiono na rycinie 54.

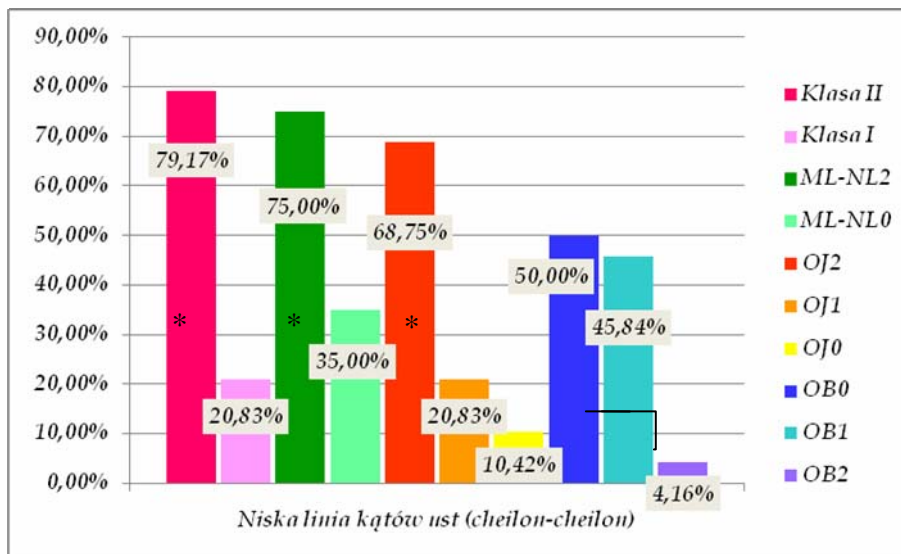
Ocena pozycji pionowej ujawniła istotny statystycznie wpływ położenia TAD na odsetek powodzeń implantacji (ryc. 55): TAD umieszczone w szczęcie, w strefie dziąsła właściwego ($S-DW$) charakteryzowało się najlepszym utrzymaniem (98,03%) w porównaniu z innymi położeniami wertykalnymi; ta różnica była istotna statystycznie ($p = 0,021$; tab. 7). Badania dowiodły, że na utrzyma-

nie TAD wpływa także pozycja w płaszczyźnie strzałkowej i czołowej (ryc. 56); wszczępienie w żuchwie między zęby trzonowe po stronie prawej najczęściej kończyło się niepowodzeniem. Utrata TAD w tej okolicy występowała częściej niż w innych miejscach i frekwencja ta była istotna statystycznie ($p = 0,049$; tab. 7). Analiza czynników związanych z położeniem TAD dowiodła, że na utrzymanie tymczasowych elementów kotwiących nie wpływa istotnie umiejscowienie w szczęce lub żuchwie oraz w płaszczyźnie frankfurckiej, czyli po stronie prawej bądź lewej lub w linii pośrodkowej (ryc. 57).

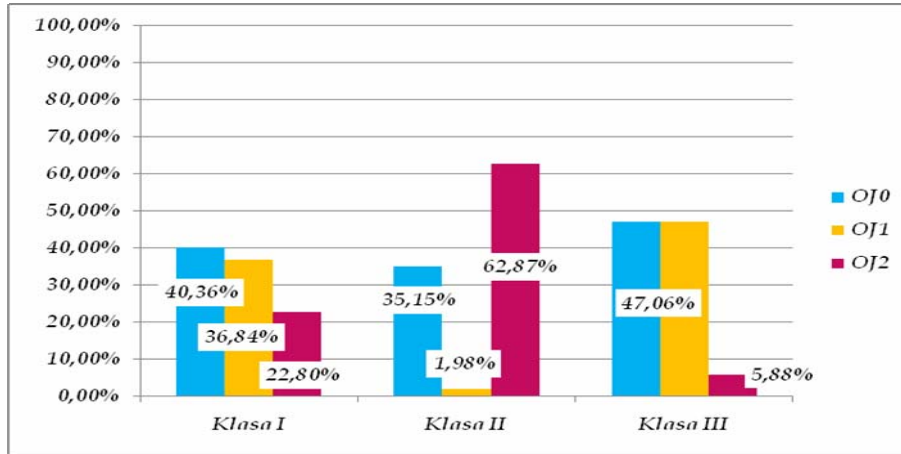
Analiza odsetka powodzeń stosowania TAD w zależności od czynników związanych z obciążeniem nie ujawniła istotnych statystycznie korelacji. Klinicznie zaobserwowano lepsze utrzymanie TAD obciążonych pośrednio (96,96%), niż bezpośrednio (92,60%), co przedstawiono na rycinie 58. Ocena typów przemieszczeń zębowych (w kontekście odsetka powodzeń), wykazała, że planowane przesunięcie ortodontyczne odgrywało istotną statystycznie rolę w utrzymaniu TAD (ryc. 59; tab. 7): najlepszym w przypadku dystalizacji *en masse* (98,11%, $p = 0,016$), najslabszym w przypadku intruzji zębów trzonowych (88,57%, $p = 0,046$).



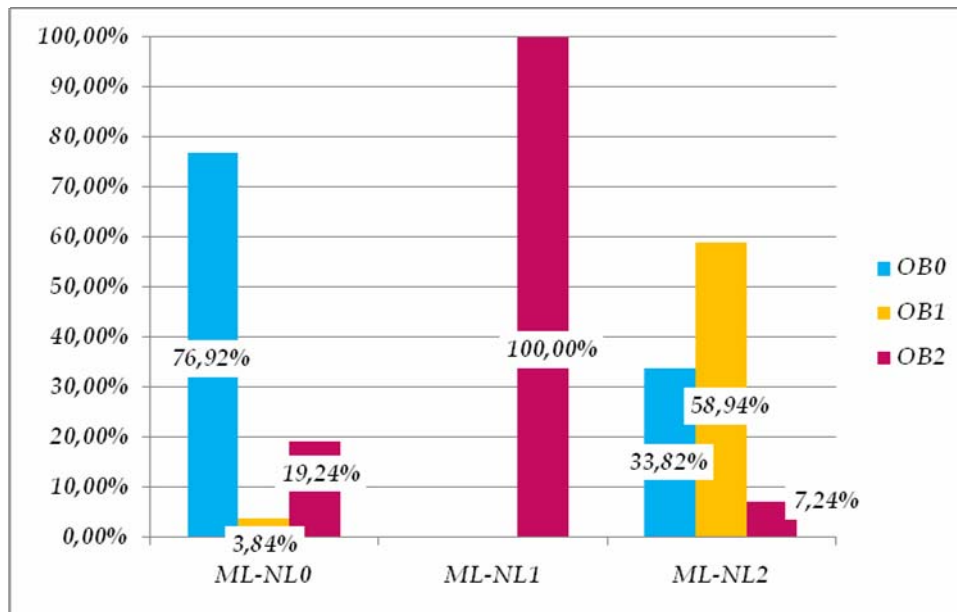
Ryc. 36. Rozkład procentowy położenia linii kątów ust przy dotylnej rotacji żuchwy
*p < 0,05



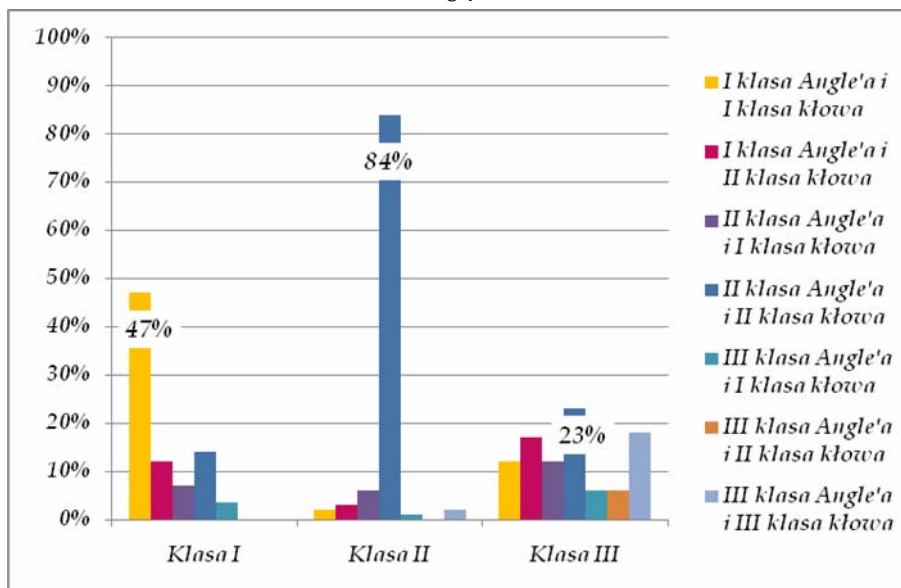
Ryc. 37. Rozkład procentowy korelacji poszczególnych cech szkieletowych i zębowych z niskim położeniem kątów ust przy dotylnej rotacji żuchwy.
OJ – nagryz poziomy, ML-NL – kąt między linią podstawy szczęki i linią żuchwową, OB – nagryz pionowy; 0 – wartość prawidłowa, 1 – wartość zmniejszona, 2 – wartość zwiększona
*p < 0,05



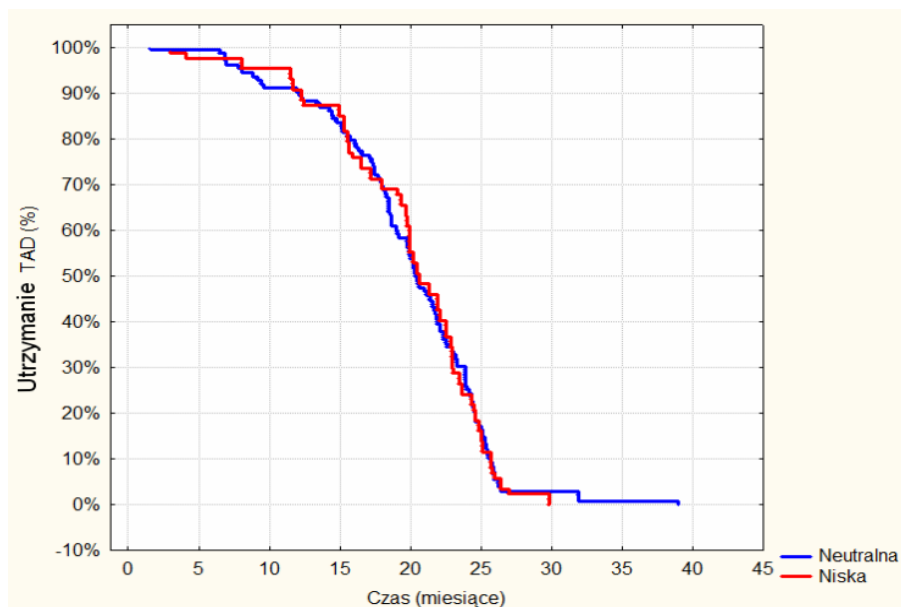
Ryc. 38. Rozkład procentowy wartości nagryzu poziomego (OJ), w zależności od szkieletowych relacji strzałkowych (klasa I, II i III). OJ0 – wartość prawidłowa, OJ1 – wartość zmniejszona, OJ2 – wartość zwiększona



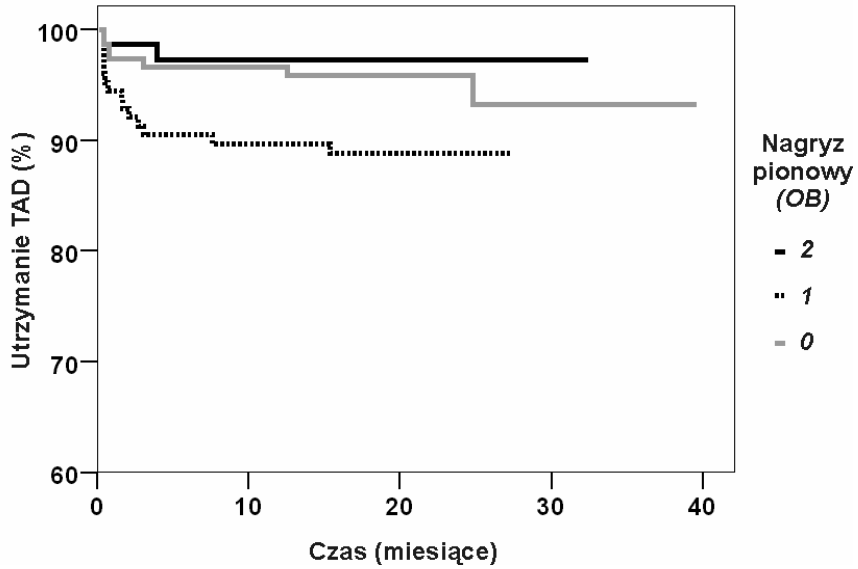
Ryc. 39. Rozkład procentowy wartości nagryzu pionowego (OB), w zależności od szkieletowych relacji wertykalnych – kąta ML-NL, utworzonego przez linię podstawy szczęki i linię żuchwową. ML-NL0, OB0 – wartości prawidłowe, ML-NL1, OB1 – wartości zmniejszone, ML-NL2, OB2 – wartości zwiększone



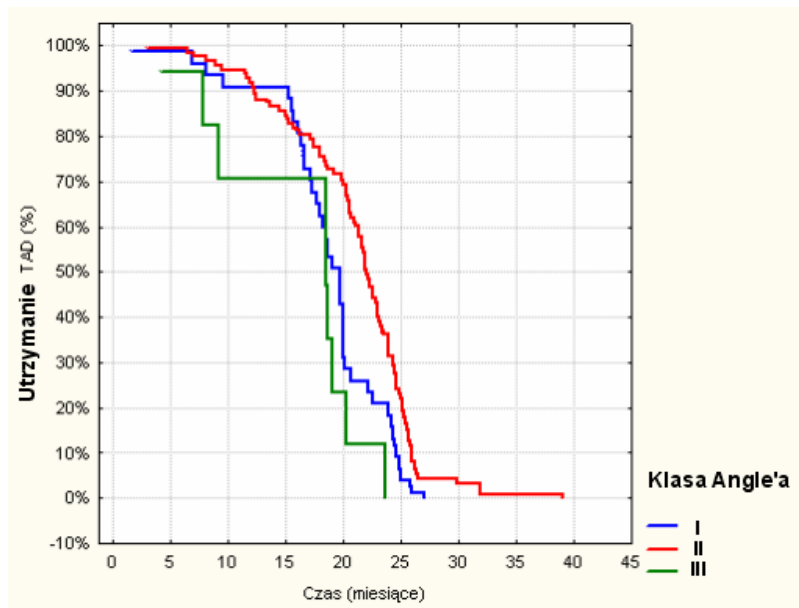
Ryc. 40. Rozkład procentowy współmienności parametrów zębowych (klasy Angle'a i klasy kłowej) w zależności od szkieletowych relacji strzałkowych (klasa I, II i III)



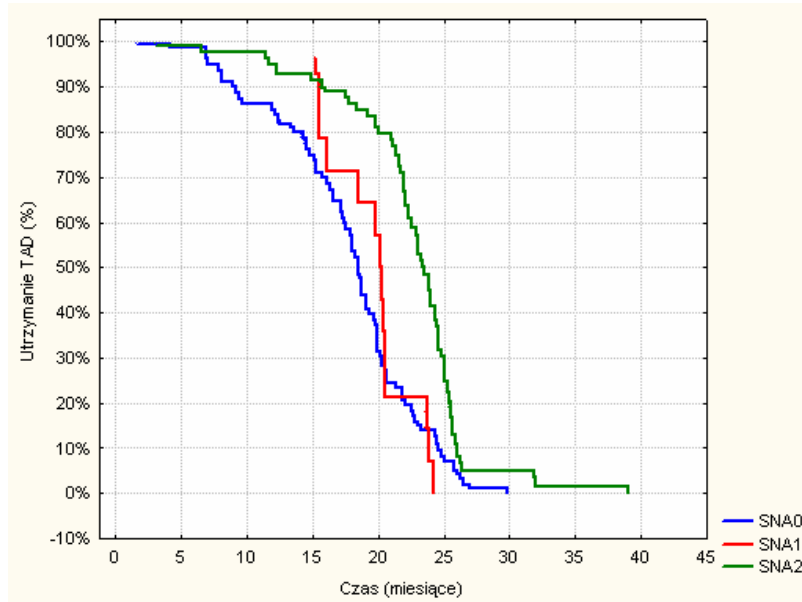
Ryc. 41. Krzywe utrzymania TAD w zależności od położenia linii *cheilon-cheilon* (linii kątów ust), w funkcji czasu



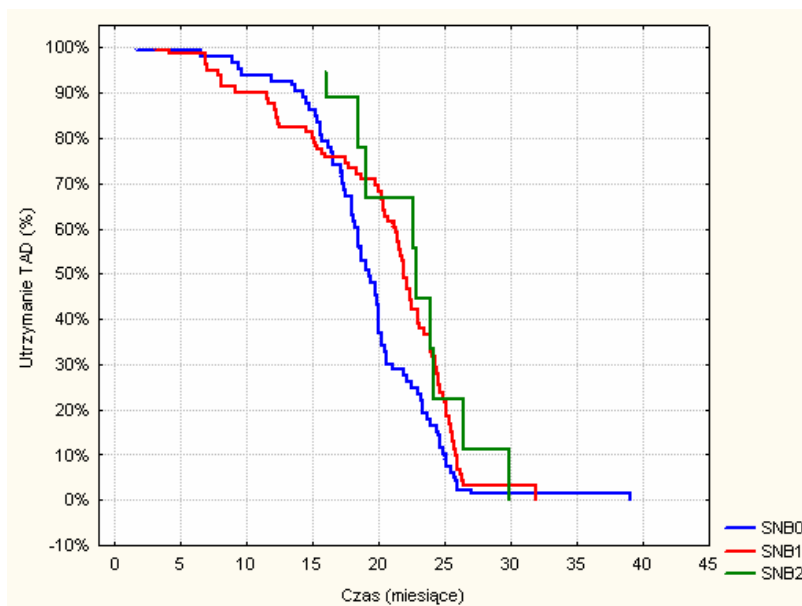
Ryc. 42. Krzywe utrzymania TAD w zależności od nagryzu pionowego, w funkcji czasu. OB2 – pogłębiony, OB1 – s płycony, OB0 – prawidłowy



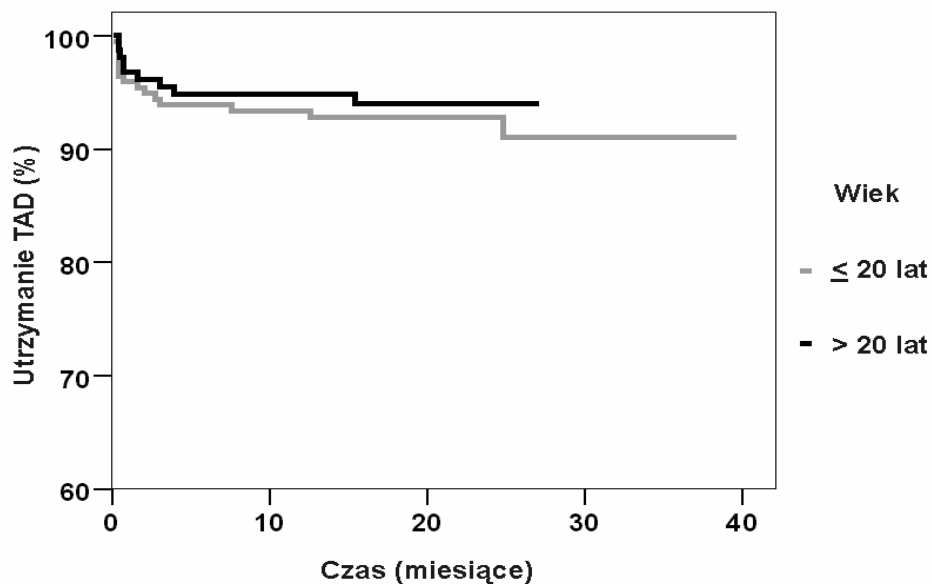
Ryc. 43. Krzywe utrzymania TAD w zależności od klasy Angle'a, w funkcji czasu



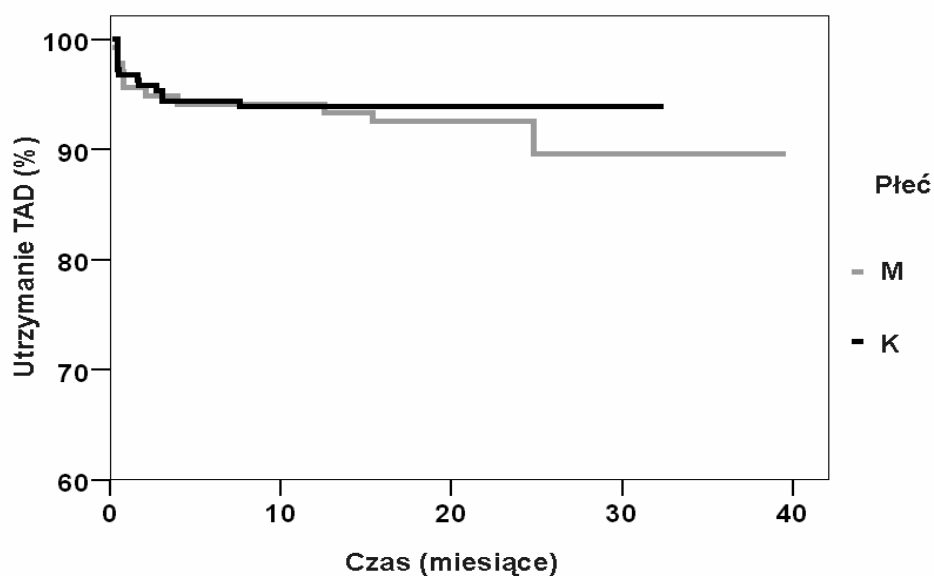
Ryc. 44. Krzywe utrzymania TAD w zależności od wartości kąta *SNA*, w funkcji czasu. *SNA2* – zwiększony, *SNA1* – zmniejszony, *SNA0* – prawidłowy



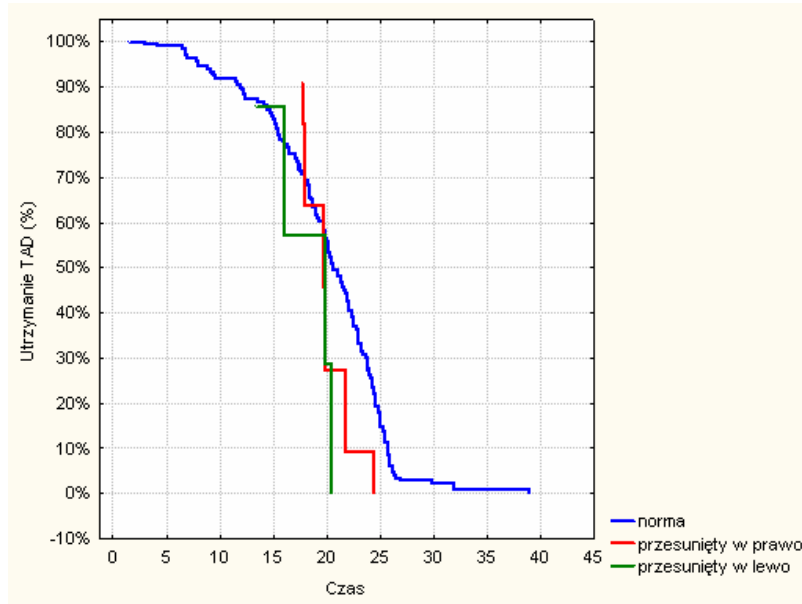
Ryc. 45. Krzywe utrzymania TAD w zależności od wartości kąta *SNB*, w funkcji czasu. *SNB2* – zwiększony, *SNB1* – zmniejszony, *SNB0* – prawidłowy



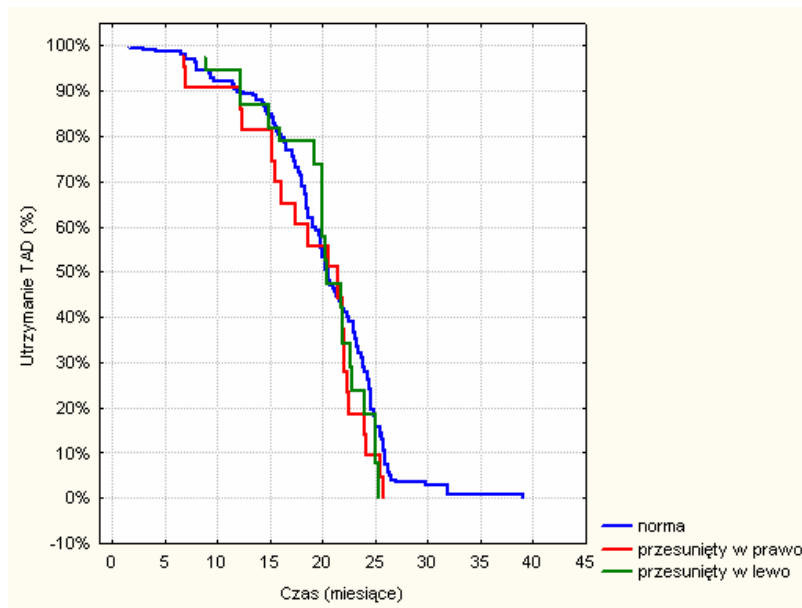
Ryc. 46. Krzywe utrzymania TAD w zależności od wieku, w funkcji czasu



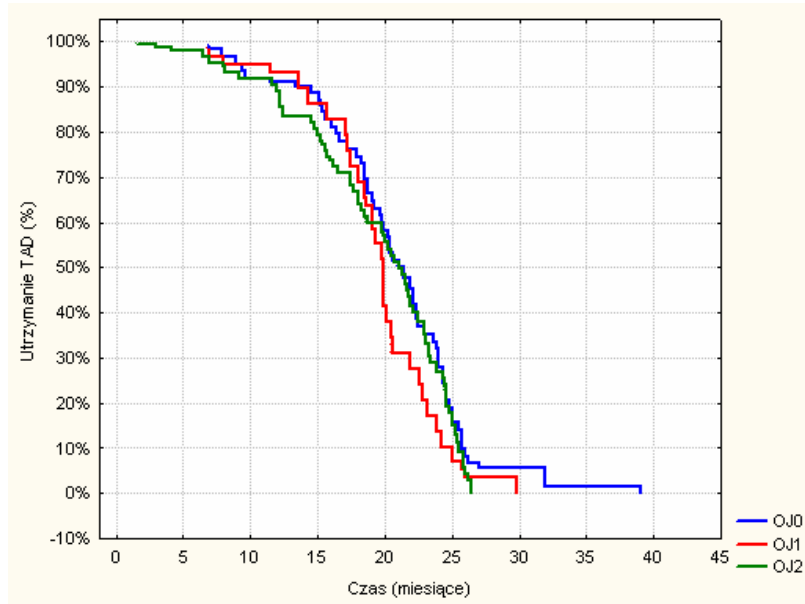
Ryc. 47. Krzywe utrzymania TAD w zależności od płci, w funkcji czasu.
M – płęć męska, Ź – płęć żeńska



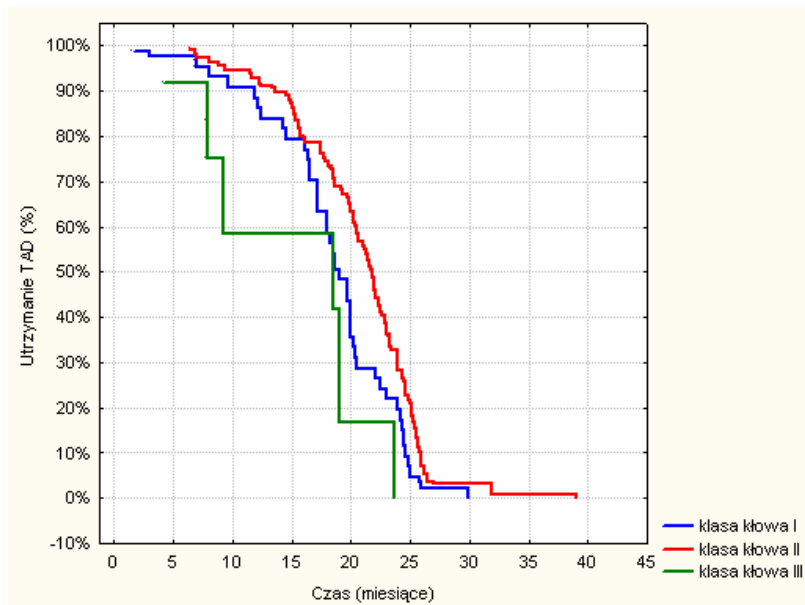
Ryc. 48. Krzywe utrzymania TAD w zależności od położenia punktu *incision superius*, w funkcji czasu



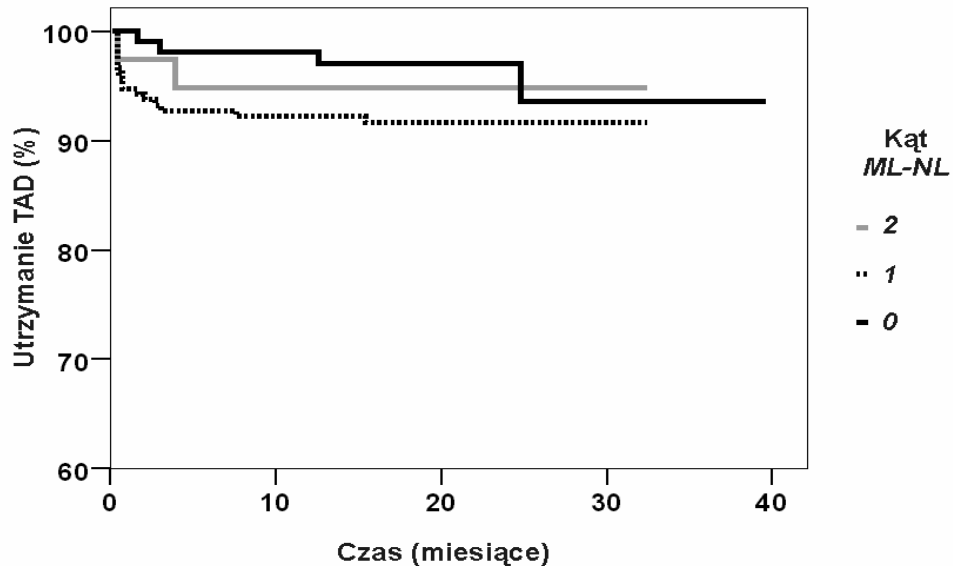
Ryc. 49. Krzywe utrzymania TAD w zależności od położenia punktu *incision inferius*, w funkcji czasu



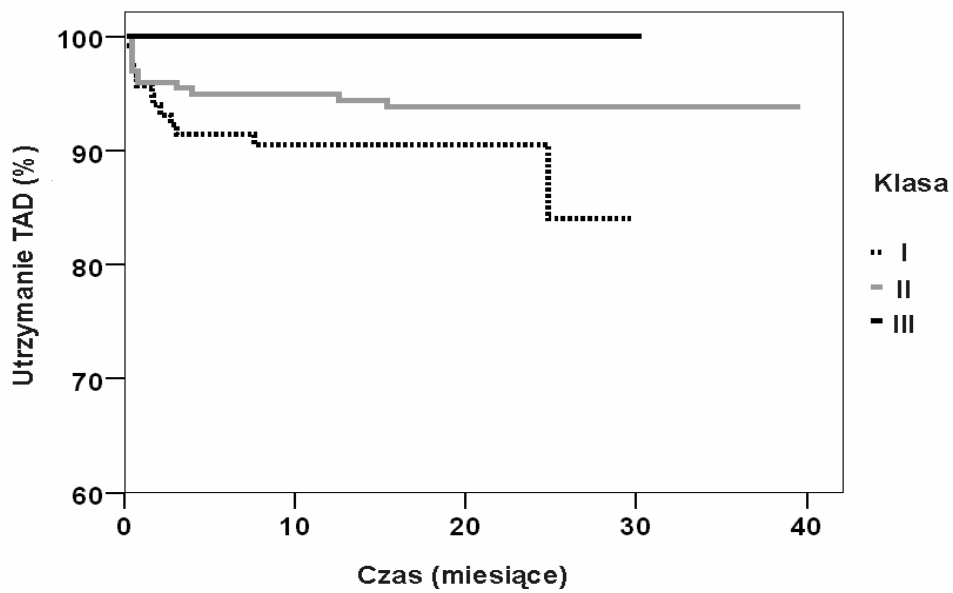
Ryc. 50. Krzywe utrzymania TAD w zależności od nagryzu poziomego, w funkcji czasu.
OJ2 – powiększony, *OJ1* – zmniejszony, *OJ0* – prawidłowy



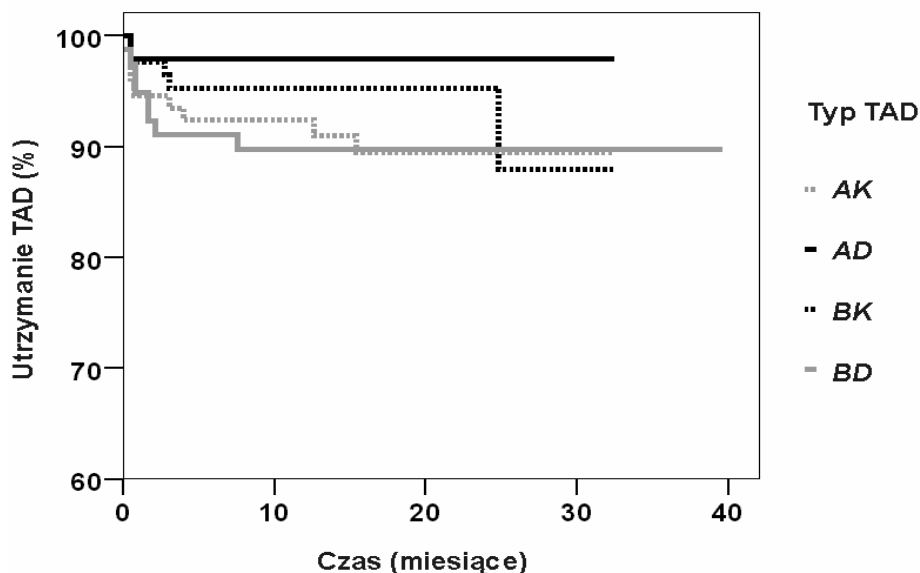
Ryc. 51. Krzywe utrzymania TAD w zależności od klasy kłowej, w funkcji czasu



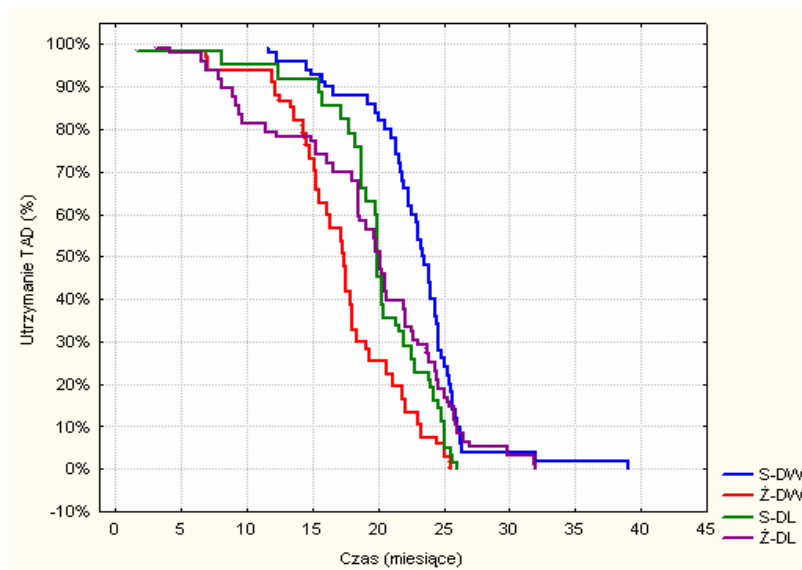
Ryc. 52. Krzywe utrzymania TAD w zależności od wartości kąta między linią podstawy szczęki i linią żuchwową (ML-NL), w funkcji czasu. *ML-NL2* – zwiększony, *ML-NL1* – zmniejszony, *ML-NL0* – prawidłowy



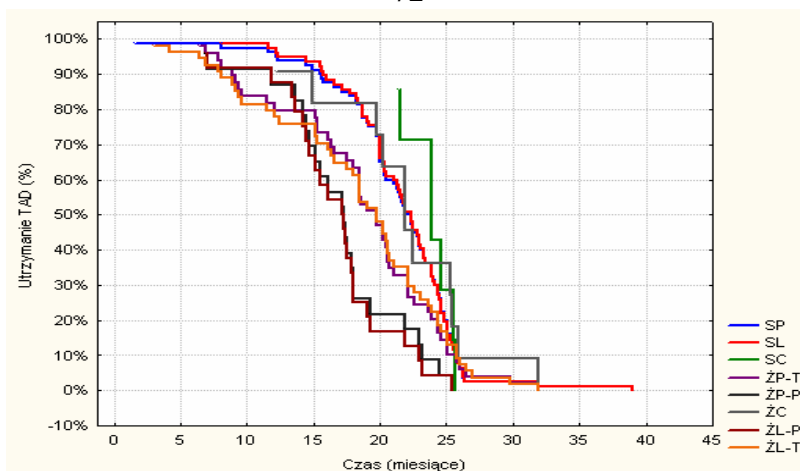
Ryc. 53. Krzywe utrzymania TAD w zależności od klasy szkieletowej, w funkcji czasu



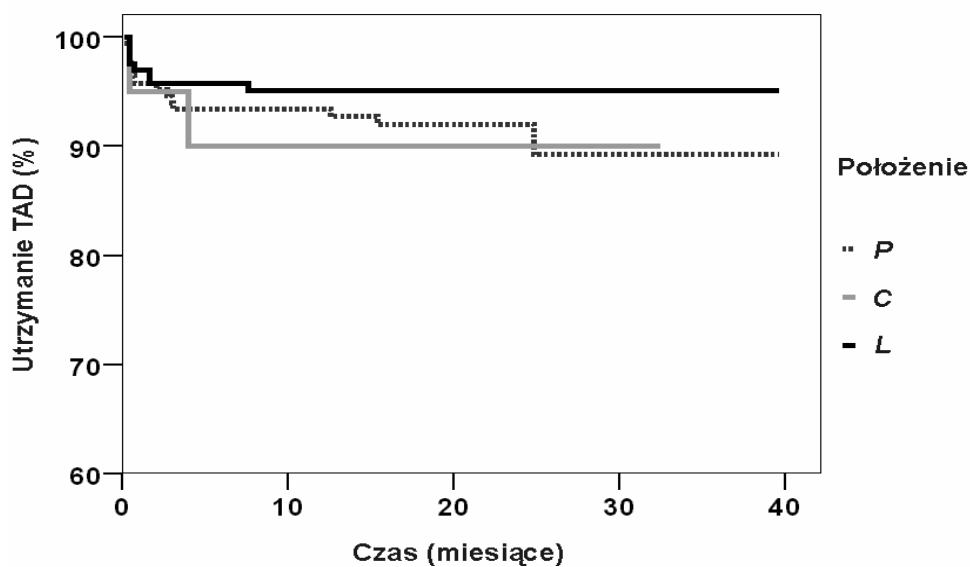
Ryc. 54. Krzywe utrzymania TAD w zależności od typu i długości, w funkcji czasu. AK – typ A, Abso Anchor krótki, AD – typ A, Abso Anchor długi, BK – typ B, Ortho Easy Pin krótki, BD – typ B, Ortho Easy Pin długi



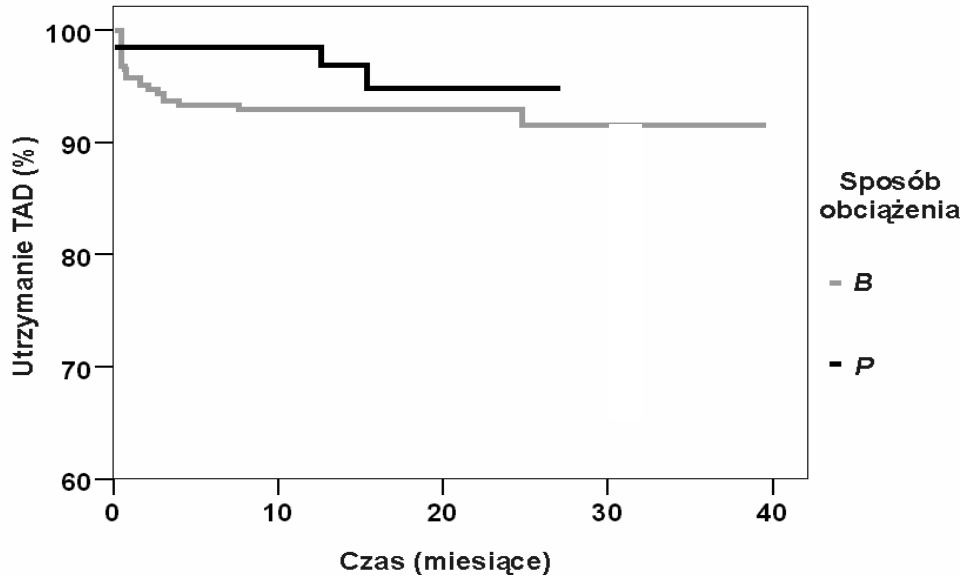
Ryc. 55. Krzywe utrzymania TAD w zależności od ich umiejscowienia pionowego, w funkcji czasu. S-DW – szczęka, strefa dziąsła właściwego; Ż-DW – żuchwa, strefa dziąsła właściwego; S-DL – szczęka, strefa dziąsła luźnego, Ż-DL – żuchwa, strefa dziąsła luźnego



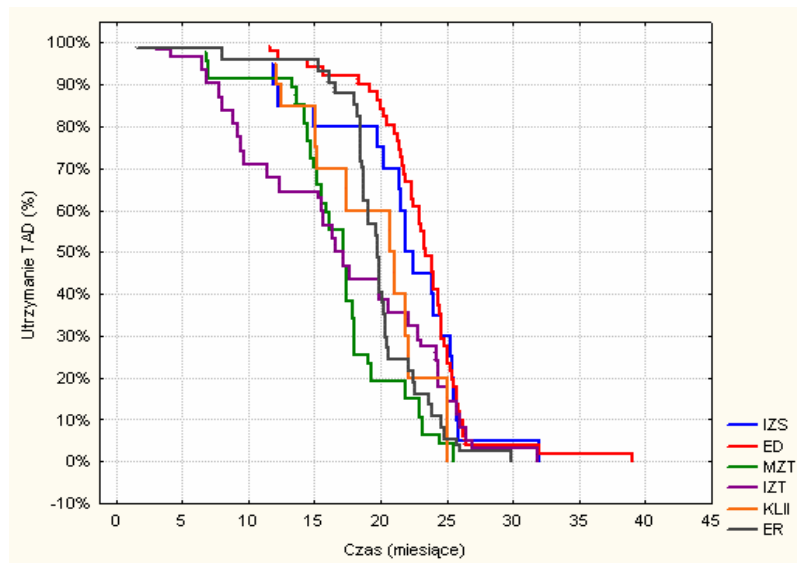
Ryc. 56. Krzywe utrzymania TAD w zależności od ich umiejscowienia w płaszczyźnie strzałkowej i czołowej, w funkcji czasu. *SP* – szczęka, strona prawa; *SL* – szczęka strona lewa; *SC* – szczęka, między zębami siecznymi przyśrodkowymi; *ŻP-T* – żuchwa, strona prawa, między zębami trzonowymi; *ŻL-T* – żuchwa, strona lewa, między zębami trzonowymi; *ŻP-P* – żuchwa, strona prawa, między drugim zębem przedtrzonowym i pierwszym trzonowym; *ŻC*: żuchwa, między zębami siecznymi przyśrodkowymi; *ŻL-P* – żuchwa, strona lewa, między drugim zębem przedtrzonowym i pierwszym trzonowym



Ryc. 57. Krzywe utrzymania TAD w zależności od ich umiejscowienia w płaszczyźnie frankfurckiej, w funkcji czasu. *P* – strona prawa, *C* – między przyśrodkowymi zębami siecznymi, *L* – strona lewa



Ryc. 58. Krzywe utrzymania TAD w zależności od sposobu obciążenia, w funkcji czasu. *B* – bezpośredni, *P* – pośredni



Ryc. 59. Krzywe utrzymania TAD w zależności od typu przesunięcia ortodontycznego, w funkcji czasu. *IZS* – intruzja zębów siecznych, *ED* – dystalizacja *en masse*, *MZT* – mezializacja dolnych zębów trzonowych, *IZT* – intruzja zębów trzonowych, *KLII* – wysuwanie żuchwy za pomocą wyciągów klasy II, *ER* – retrakcja *en masse*

Tabela 4. Współzależność typu profilu, typu rotacji twarzy, wartości kąta *ANB* i klasy szkieletowej

Typ profilu	Typ rotacji twarzy	<i>ANB</i>	Klasa szkieletowa
Wklęsły	dopřednia	$ANB < -2^\circ$	III
Prosty	neutralna	$6^\circ \geq ANB \geq -2^\circ$	I
Wypukły	dotylna	$ANB > 6^\circ$	II

SNA, SNB, ANB – wartości kątów cefalometrycznych

Tabela 5. Współzależność położenia wargi górnej i dolnej oraz wartości kątów *SNA* i *SNB*

	Warga	Wartość kąta <i>SNA</i>	Wartość kąta <i>SNB</i>
Górna	cofnięta	$< 79^\circ$	
	położona prawidłowo	$\leq 85^\circ, \geq 79^\circ$	
	wysunięta	$> 85^\circ$	
Dolna	cofnięta		$< 77^\circ$
	położona prawidłowo		$\leq 83^\circ, \geq 77^\circ$
	wysunięta		$> 83^\circ$

SNA, SNB, ANB – wartości kątów cefalometrycznych

Tabela 6. Istotność statystyczna związku parametrów diagnostycznych ze stabilnością TAD

Zmienne	Odsetek powodzeń (%)	Liczba powodzeń (n)	Istotność statystyczna (wartość p)
Sukces całkowity	93,43	327/350	
Czynniki związane z pacjentem			
Wiek			0,685
≤ 20 lat	92,10	140/152	
> 20 lat	93,93	186/198	
Płeć			0,670
Żeńska	93,92	201/214	
Męska	92,64	121/136	
Linia kątów ust			0,002*
Niska	89,58	43/48	
Neutralna	94,69	107/113	
Relacje zębowe i szkieletowe			
Zębowe pionowe			0,023*
<i>OB0</i>	95,33	143/150	
<i>OB1</i>	88,88	112/126	
<i>OB2</i>	97,29	72/74	
Położenie punktu <i>incision superius</i>			0,323
<i>IsC</i>	93,63	309/330	
<i>IsP</i>	87,50	7/8	
<i>IsL</i>	91,66	11/12	
Położenie punktu <i>incision inferius</i>			0,270
<i>IiC</i>	92,77	244/263	
<i>IiP</i>	95,00	38/40	
<i>IiL</i>	95,74	45/47	
Zębowe poziome			0,745
<i>OJ0</i>	93,98	125/133	
<i>OJ1</i>	91,93	57/62	
<i>OJ2</i>	93,54	145/155	
Klasa Angle'a			0,031*
I	87,50	77/88	
II	95,41	208/218	
III	90,00	18/20	
Klasa kłowa			0,001
I	92,85	91/98	
II	94,16	226/240	
III	83,33	10/12	

cd. tab. 6

Szkieletowe pionowe			0,272
<i>ML-NL0</i>	96,15	100/104	
<i>ML-NL1</i>	94,87	37/39	
<i>ML-NL2</i>	91,78	191/207	
Szkieletowe strzałkowe			0,124
Kasa I	90,43	104/115	
Klasa II	94,00	188/200	
Klasa III	100,00	34/34	
Kąt <i>SNA</i>			0,012*
<i>SNA0</i>	90,34	159/176	
<i>SNA1</i>	93,75	30/32	
<i>SNA2</i>	97,18	138/142	
Kąt <i>SNB</i>			0,003*
<i>SNB0</i>	92,99	146/157	
<i>SNB1</i>	93,60	161/172	
<i>SNB2</i>	95,23	20/21	

* Istotność statystyczna

OBO – prawidłowy nagryz pionowy; *OB1* – spłycony nagryz pionowy; *OB2* – pogłębiony nagryz pionowy; *IsC* – *incision superius* położony centrycznie; *IsP* – *incision superius* przemieszczony w prawo; *IsL* – *incision superius* przemieszczony w lewo; *liC* – *incision inferius* położony centrycznie; *liP* – *incision superius* przemieszczony w prawo; *liL*: *incision inferius* przemieszczony w lewo; *OJ0* – prawidłowy nagryz poziomy; *OJ1* – zmniejszony nagryz poziomy; *OJ2* – zwiększony nagryz poziomy; *ML-NL0* – prawidłowa wartość kąta *ML-NL*; *ML-NL1* – zmniejszona wartość kąta *ML-NL*; *ML-NL2* – zwiększona wartość kąta *ML-NL*; *SNA0* – prawidłowa wartość kąta *SNA*; *SNA1* – zmniejszona wartość kąta *SNA*; *SNA2* – zwiększona wartość kąta *SNA*; *SNB0* – prawidłowa wartość kąta *SNB*; *SNB1* – zmniejszona wartość kąta *SNB*; *SNB2* – zwiększona wartość kąta *SNB*

Tabela 7. Istotność statystyczna związku miejscowych parametrów klinicznych ze stabilnością TAD

Zmienne	Odstek powodzeń (%)	Liczba powodzeń (n)	Istotność statystyczna (wartość p)
Sukces całkowity	93,43	327/350	
Czynniki związane z budową TAD			
Typ TAD			0,110
Typ A (Abso Anchor)	94,11	176/187	
Typ B (Ortho Easy Pin)	92,63	151/163	
Długość nagwintowanej części TAD			0,135
6 mm	92,65	163/177	
8 mm	94,79	164/173	
Czynniki związane z położeniem TAD			
			0,135
Szczęka	94,79	164/173	
Żuchwa	92,65	163/177	
Umieszczenie pionowe			0,021*
<i>S-DW</i>	98,03	100/102	
<i>Ż-DW</i>	93,24	69/74	
<i>S-DL</i>	89,85	62/69	
<i>Ż-DL</i>	91,42	96/105	
Umieszczenie w płaszczyźnie frankfurckiej i strzałkowej w szczęce lub żuchwie			
<i>SP</i>	96,38	80/83	0,198
<i>SL</i>	92,77	77/83	0,800
<i>SC</i>	100,00	7/7	0,473
<i>ŻP-T</i>	87,71	50/57	0,049*
<i>ŻP-P</i>	88,00	22/25	0,241
<i>ŻC</i>	84,61	12/13	0,199
<i>ŻL-P</i>	96,00	24/25	0,180
<i>ŻL-T</i>	96,49	55/57	0,338
Umieszczenie w płaszczyźnie frankfurckiej			
			0,474
Strona prawa	92,12	152/165	
Strona lewa	95,15	157/165	
Linia pośrodkowa	90,00	18/20	

cd. tab. 7

Czynniki związane z leczeniem ortodontycznym			
Obciążenie			0,211
Bezpośrednie	92,60	263/284	
Pośrednie	96,96	64/66	
Przesunięcie ortodontyczne			
Intruzja zębów siecznych	90,00	18/20	0,559
Dystalizacja <i>en masse</i>	98,11	104/106	0,016*
Mezjalizacja dolnych zębów trzonowych	90,38	47/52	0,832
Intruzja zębów trzonowych	88,57	62/70	0,046*
Wysuwanie żuchwy (za pomocą wyciągów klasy II)	90,00	18/20	0,555
Retrakcja <i>en masse</i>	92,68	76/82	0,736

* Istotność statystyczna

S-DW – szczęka, strefa dziąsła właściwego, *Ż-DW* – żuchwa, strefa dziąsła właściwego, *S-DL* – szczęka, strefa dziąsła luźnego, *Ż-DL* – żuchwa, strefa dziąsła luźnego; *SP* – szczęka, strona prawa; *SL* – szczęka strona lewa; *SC* – szczęka, między zębami siecznymi przyśrodkowymi; *ŻP-T* – żuchwa, strona prawa, między zębami trzonowymi; *ŻP-P* – żuchwa, strona prawa, między drugim zębem przedtrzonowym i pierwszym trzonowym; *ŻC* – żuchwa, między zębami siecznymi przyśrodkowymi; *ŻL-P* – żuchwa, strona lewa, między drugim zębem przedtrzonowym i pierwszym trzonowym; *ŻL-T* – żuchwa, strona lewa, między zębami trzonowymi

5. OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

Wykorzystane w badanym materiale elementy tymczasowego zakotwienia, mimo wysokiej skuteczności (odsetek powodzeń: 93,43%), nie były całkowicie odporne na działanie czynników osłabiających sukces stosowania TAD. Dlatego tak istotne – i to nie tylko dla populacji polskiej, ale i dla fenotypowej białej rasy europeidów, było podjęcie prezentowanych badań, poprzedzonych szczegółową diagnostyką, której istotną rolę w planowaniu implantacji oraz wpływ na stabilność TAD podkreślili już w ubiegłym stuleciu Esposito i wsp. (1999).

Elementy diagnostyczne wykorzystane w przedstawionych badaniach nie tylko miały istotny wpływ na stabilność TAD, ale potwierdziły zasadność stosowania szczegółowej polskiej diagnostyki Orlik-Grzybowskiej. Wykorzystana przez autorkę analiza położenia warg ujawniła możliwość pośredniej oceny określonych kątowych wskaźników szkieletowych: *SNA* i *SNB* bez konieczności wykonania teleradiogramu. Dodatkowo, znalezienie korelacji niskiego położenia linii *cheilon-cheilon* z cechami patognomicznymi wad dotylnych: klasy II i powiększonego nagryzu poziomego oraz wad pionowych zwiększonego kąta między linią podstawy szczęki i linią żuchwową, jest bardzo cennym wynikiem, gdyż – w dobie narażenia na różnorodne czynniki kancerogenne – pozwala stosować tak istotną ochronę radiologiczną, nie zmniejszając wiarygodności rozpoznania zaburzenia zgryzowo-zębowego. Dzięki ujawnieniu takiej współzależności położenia skórnych i kostnych punktów antropometrycznych, bez wykonania teleradiogramu można rozpoznać konfigurację szkieletową u kobiet w ciąży, u chorych, którzy ze względu na stan ogólny są poddani ekspozycji na promieniowanie X, a także u pacjentów leczonych z powodu zaburzeń zgryzowo-zębowych na każdym etapie terapii ortodontycznej.

Analiza zróżnicowanych składników zębowych i szkieletowych postawionych rozpoznań ortodontycznych potwierdziła ich odrębność w tworzeniu wady zgryzowo-zębowej. Oddzielenie składników szkieletowych i zębowych opisanych zaburzeń podkreślało istotny brak udziału położenia zębów w maskowaniu konfiguracji szkieletowej w przypadkach niekwalifikowanych do leczenia operacyjnego. Jak wiadomo z piśmiennictwa, u pacjentów poddanych zabiegom z zakresu chirurgii ortognatycznej zwykle jest wymagane przygotowanie ortodontyczne, polegające na dekompensacji wady: przywróceniu pierwotnych i właściwych zaburzeniu pozycji zębów siecznych (Pawlak i wsp. 2007, Downarowicz i wsp. 2007, Downarowicz i wsp. 2008, Maeda i wsp. 2008, Medeiros i Ritto 2009, Troy i wsp. 2009). Do zmiany tych pozycji w następstwie

rozległych zaburzeń kostnych, czyli do kompensacji dochodzi na skutek działania mechanizmów pośrednio potwierdzonych przez współczesną teorię tłumienia ekspresji genowej za pomocą wpływów środowiskowych, dowiedzioną między innymi przez Kawalę i wsp. (2008), po zbadaniu unikatowo dużej grupy – 164 par bliźniąt monozygotycznych z zaburzeniami zgryzowo-zębowymi. Obecne wyniki wykazały, że wzajemne położenie zębów siecznych było odzwierciedleniem dysproporcji kostnych dolnego odcinka twarzy we wszystkich przypadkach, czyli nie występował mechanizm kompensacyjny. Opisana przez Proffita i wsp. (2007) możliwość klinicznej oceny linii podstawy żuchwy za pomocą palca lub trzonka lusterka ustawionego stycznie do dolnej krawędzi żuchwy została bardzo dobrze uzupełniona dzięki ujawnionej przez autorkę możliwości oceny klasy szkieletowej na podstawie określonych cech rysów twarzy – położenia warg i linii *cheilon-cheilon*. Może to być podstawą teorii, według której jedynie kliniczne rozpoznanie zaburzonego wzajemnego położenia zębów siecznych, wraz z kliniczną oceną rysów twarzy potwierdzającą adekwatne do stwierdzonych nagryzów zaburzenie szkieletowe, przy pominięciu analizy telerradiogramu, stanowią wystarczający wskaźnik determinujący wybór metody leczenia: czynnościowego i/lub ortodontycznego. Efektem terapii ma być właśnie kompensacja zębowa, której może – choć nie musi – towarzyszyć modyfikacja kierunku rotacji żuchwy.

Znaczenie fotometrii i antropometrii, tak ważnych w aspekcie estetyki rysów twarzy, często zależnych od kształtu łuków zębowych, do tej pory zostało docenione tylko przez nielicznych polskich badaczy (Masztalerz 1995, Smyl-Golianek i wsp. 2005, Golusik i wsp. 2005, Franaszek i Stopa 2006). Smyl-Golianek i wsp. (2005) dowiedli powtarzalności wyników pomiarów uzyskanych na podstawie analizy fotografii cyfrowych – wykonanych również z odległości 50 cm – w projekcji *en face*. Badacze ocenili i ujawnili asymetrię wargi górnej w zgryzie krzyżowym przednim, kierując się pionową linią odniesienia łączącą środek odległości między otworami gruszkowatymi i środkiem szpary ust. Znakomitym uzupełnieniem spostrzeżeń zespołu z Lublina są przedstawione w niniejszej rozprawie wyniki badania niestosowanej do tej pory, a przynajmniej nieprezentowanej w piśmiennictwie, teorii powiązania niskiego położenia kątów ust, czyli łączącej je poziomej linii odniesienia, z dotylną rotacją żuchwy, przyjętej przez autorkę jako hipoteza zerowa. Spodziewana korelacja wprawdzie nie wystąpiła w badanym materiale, wyniki badań natomiast ujawniły inne parametry, istotnie powiązane z niskim położeniem linii łączącej punkty *cheilon*. Na tej podstawie, linia kątów ust nabrała zupełnie nowego znaczenia: ocena jej niskiego umiejscowienia pozwoliła na wiarygodne i powtarzalne rozpoznanie: II klasy szkieletowej, zwiększonego kąta między linią podstawy szczęki i linią żuchwową (*ML-NL*), powiększonego nagryzu poziomego i spłyconego nagryzu pionowego. Ujawnienie takiego wyniku odgrywa podstawową rolę w diagnostyce: pozwala usprawnić rozpoznanie wpływu leczenia

ortodontycznego na wygląd twarzy już we wstępnej fazie badania oraz, w uzasadnionych przypadkach, wyeliminować potrzebę wykorzystywania inwazyjnych radiogramów.

W badaniach między innymi wykazano dużą skuteczność połączenia zasad ugruntowanej polskiej diagnostyki ortodontycznej z nowoczesną, komputerową metodą obrazowania danych wraz z ich indywidualną interpretacją zarówno w planowaniu leczenia, jak i w jego realizacji. Wyniki testów czynnościowych Orlik-Grzybowskiej pozwoliły odpowiednio sklasyfikować pacjenta, a następnie stosować zasady ortopedii czynnościowej w połączeniu z mechaniką aparatów stałych, zgodnie ze współczesnymi kierunkami terapii ortodontycznej oraz ustalić wskazania do leczenia czynnościowego, zwłaszcza u pacjentów młodocianych (Kinzinger i wsp. 2009). Reasumując, zastosowanie precyzyjnego polskiego podziału zaburzeń zgryzowo-zębowych pozwoliło na bardzo dokładne planowanie różnego pod względem biomechanicznym leczenia z udziałem elementów tymczasowego zakotwienia kortykalnego; podkreślić jednak należy, że zastosowana nowoczesna kustomizacja oprogramowania zdecydowanie usprawniła proces diagnostyczny.

Otrzymane wyniki pozwoliły autorce potwierdzić korzyści stosowania elementów tymczasowego zakotwienia kortykalnego w terapii wad zgryzowo-zębowych: średni czas leczenia, podczas którego wykazano minimalną utratę zakotwienia, głównie w fazie końcowej, czyli podczas domykania luk resztkowych za pomocą łańcuszków elastycznych, wyniósł $19,2 \pm 2,3$ miesiąca, podobnie jak w przypadku pacjentów rasy żółtej. Według danych z piśmiennictwa (Brickman i wsp. 2000, Paul i wsp. 2002, Greenstein 2008), bez względu na klasyfikację wady dotylnej i typ stosowanego w leczeniu aparatu, przemieszczanie pojedynczych zębów szczęki powoduje, że średni czas leczenia wynosi 2 lata. W przypadkach zamykania luk poekstrakcyjnych utrata zakotwienia może dodatkowo wydłużać terapię ze względu na nieplanowaną, a konieczną dystalizację zębów trzonowych. Grupowe przesuwanie zębów, możliwe tylko z wykorzystaniem TAD, pozwoliło skrócić czas leczenia w przedstawionych badaniach, co ma niewątpliwe znaczenie kliniczne.

Własna modyfikacja implantacji TAD okazała się skuteczna w leczeniu wad zgryzowo-zębowych, o czym autorka informowała już we wcześniejszych doniesieniach (Antoszevska 2007, Antoszevska 2007, Antoszevska i wsp. 2008). Wśród nowatorskich elementów znalazły się: zmiana miejsca przez operatora – praca po obu stronach unitu stomatologicznego, wykonywanie pionowego nacięcia i nawiertu bez względu na typ TAD, wprowadzanie TAD o większej (1,6 mm) średnicy prostopadle do wyrostka zębodołowego i części zębodołowej żuchwy, zaniechanie osłony antybiotykowej. Należy także podkreślić, że międzyzębowe umiejscowienie TAD ograniczono do nielicznych, ściśle przestrzeganych położeń. Modyfikacja ta przez wielu ortodontów jest uznawana za wrocławską metodę wszczepiania TAD.

Park i wsp. (2006) informowali wprawdzie o lepszym utrzymaniu TAD w lewym kwadrancie, ale także podkreślali, że wprowadzanie TAD w tej okolicy nie podlega pełnej kontroli wzroku, a tym samym – łatwiej jest zmienić tor wprowadzania TAD odchylając go niekorzystnie w płaszczyźnie czołowej (mezialno-dystalnie). Czynniki te wyeliminowano całkowicie dzięki oburęczności autorki, która zawsze zajmowała miejsce po tej stronie unitu, po której implantowała TAD, zachowując prostopadły wgląd w pole operacyjne.

Sung i wsp. (2006) oraz Ludwig i wsp. (2008) zezwalali na pominięcie fazy nacięcia i nawiertu w strefach – odpowiednio: dziąsła właściwego i w odcinku przednim szczęki oraz, u pacjentów młodocianych – w jej bocznych odcinkach. Zastosowanie takiej procedury tłumaczyli zarówno zwartą budową dziąsła właściwego, jak i grubością oraz twardością blaszki korykalnej w szczęcie. Autorka zawsze wykonywała nacięcie i nawiert wiertłem prowadzącym, co wprawdzie wydłużało czas trwania zabiegu i stwarzało konieczność chłodzenia, ale jednocześnie zmniejszało ryzyko zaciągnięcia elementów tkanki łącznej do otworu kostnego dla TAD oraz pozwalało na zdecydowanie mniejszy nacisk na TAD podczas przechodzenia przez blaszkę korykalną, a tym samym – radykalnie obniżało naprężenia śródkostne.

Petrie i Williams (2005), w wynikach otrzymanych na eksperymentalnym modelu badanym za pomocą analizy elementów skończonych, sugerowali, że najlepszą stabilność implantów śródkostnych, dzięki optymalnemu rozkładowi naprężeń, zapewnia mała główka implantu w kształcie stożkowym. Brak tych cech w stosowanych (w prezentowanych badaniach) TAD o większej średnicy (1,6 mm) mógł być powodem, dla którego Ludwig i wsp. (2008) – w celu poprawy stabilności – rekomendowali skośny tor wprowadzania, co również zasadniczo zmniejszało ryzyko kontaktu z korzeniem zęba. Niemniej jednak, kształt główki TAD w przypadku nachylenia wszczepu o dużej średnicy do stożku wyrostka lub części zębodołowej nie gwarantował wprowadzenia całego gwintu w kość. Dlatego ten typ TAD implantowano prostopadle, ale – w celu uniknięcia powikłania, jakim byłby kontakt TAD z korzeniem zęba – w strefie dziąsła luźnego.

Profilaktyczna antybiotykoterapia rekomendowana przez badaczy koreańskich (Sung i wsp. 2006, Park 2006) w celu zmniejszenia ryzyka przedwczesnej utraty TAD nie znalazła uzasadnienia w przedstawionych badaniach. Wykorzystano tu wcześniejsze doświadczenia kliniczne Antoszewskiej i Szeląg (2008), w których – na podstawie porównania 90 TAD wprowadzanych z osłoną antybiotykową i bez niej – dowiedziono braku konieczności profilaktyki farmakologicznej. Stwierdzona stabilność TAD była zasługą aseptyki mało-inwazyjnych procedur implantacji oraz dbałości pacjentów o higienę jamy ustnej. Jedynym więc środkiem chroniącym przed stanem zapalnym, zastosowanym przez autorkę badań było zalecenie pacjentowi ograniczenia przyjmowania gorących pokarmów i płynów w dniu zabiegu.

Przedstawione przez Kyung i wsp. (2003) doniesienia o efektywnej implantacji TAD w licznych okolicach międzyzębowych, ze względu na brak obiektywnych danych wspierających wybór danego umiejscowienia między korzeniami zębów sąsiadujących z TAD, nie zostały uwzględnione przez autorkę podczas planowania międzyzębowej pozycji TAD. Podstawę tej decyzji stanowiły wcześniejsze badania Parka (2002), w których u 21 pacjentów dokonano pomiaru skanów komputerowych warstwy kości wyrostka zębodołowego szczęki i części zębodołowej żuchwy, w odległości 5–7 mm od grzbietu wyrostka i części zębodołowej. Otrzymano w ten sposób dane anatomiczne, na podstawie których wyselekcjonowano najlepsze do implantacji TAD obszary, które cechowała największa odległość korzeni od blaszki kortykalnej i największa odległość między korzeniami. Zgodnie z tym doniesieniem, autorka instalowała TAD: przedsionkowo, między pierwszym zębem przedtrzonowym i trzonowym w szczęcie, gdzie odległość między korzeniami była największa – 2,0 mm oraz przedsionkowo, między pierwszym i drugim zębem trzonowym w żuchwie, których korzenie były odsunięte od siebie na odległość 2,7 mm, a od blaszki kortykalnej – o 1,2 mm. Wprawdzie odległość korzeni od blaszki kortykalnej części zębodołowej żuchwy zwiększała się w kierunku dystalnym, począwszy od pierwszego zęba trzonowego, co potencjalnie sprzyjało bezpieczeństwu implantacji TAD, to jednak okolicę drugiego zęba trzonowego i zęba mądrości wykluczono ze względu na trudny dostęp. Zastąpiono ją natomiast okolicą między pierwszym zębem przedtrzonowym i trzonowym w żuchwie, po stronie przedsionkowej, gdzie dystans między korzeniami wynosił 2,0 mm.

Liou i wsp. (2004), oceniając pozycję TAD na teleradiogramach wykonanych bezpośrednio przed obciążeniem i 9 miesięcy po przyłożeniu siły, stwierdzili przesunięcie TAD o 0,4 mm w płaszczyźnie horyzontalnej i o 1,5 mm w płaszczyźnie pionowej. Taki wynik posłużył badaczom do sformułowania wniosku, że elementy tymczasowego zakotwienia kortykalnego pozwalają wprawdzie uzyskać stabilne podparcie dla działającej siły, nie pozostają natomiast nieruchome przez cały czas trwania leczenia, istnieje zatem ryzyko ich przedwczesnej utraty. Mimo udokumentowanej skuteczności wzmocnienia zakotwienia za pomocą elementów TAD, zwłaszcza u źle lub w ogóle niewspółpracujących z lekarzem pacjentów (Papadopoulos 2006), istnieją oczywiste czynniki, które narażają stabilność elementów tymczasowego zakotwienia kortykalnego, bez względu na ścisłe przestrzeganie procedur wszczepiania przez klinicystów. Wśród wymienianych w piśmiennictwie czynników ryzyka utraty TAD przed zakończeniem terapii lub uzyskaniem celu realizowanego z udziałem maksymalnego zakotwienia znajdują się: przede wszystkim stan zapalny tkanek przyległych do TAD, wywołany głównie nieprzestrzeganiem zasad higieny jamy ustnej, a ponadto nieprawidłowości procedur podczas samej implantacji TAD, ich brak odporności na obciążenie siłą reakcji wyzwalaną w wyniku przemieszczeń ortodontycznych, typ

i długość, pozycja, sposób obciążenia (pośredni i bezpośredni), typ działającej siły reakcji (głównie siła rotująca TAD) oraz swoiste rodzaje przemieszczeń zębowych (Papadopoulos i Tarawneh 2007, Ludwig i wsp. 2008, Hoste i wsp. 2008). Podjęcie próby ustalenia czynników ryzyka i określenia ich udziału w niepowodzeniu stosowania TAD było zatem niezbędne, zwłaszcza że tak dużą, reprezentatywną liczbę elementów tymczasowego zakotwienia korykalnego u pacjentów rasy białej oceniono w badaniach oryginalnych po raz pierwszy w Europie. Duży sukces implantacji – 93,43% TAD utrzymanych do zrealizowania celu terapeutycznego niewątpliwie wymagał jakościowej i ilościowej oceny potencjalnych czynników zapewniających powodzenie stosowania TAD, tym bardziej że problematyka powodzenia stosowania – całkowitego odsetka sukcesów oraz porażek i powiązanie tych ostatnich z różnorodnymi możliwymi czynnikami ryzyka przedwczesnej utraty TAD – nie była dotychczas w obszarze zainteresowań wielu badaczy. Opublikowane do tej pory prace dotyczące stosowania śrub o małych średnicach jako TAD były przede wszystkim albo doniesieniami wstępnymi, w których badania prowadzono na ograniczonej liczbie pacjentów (Costa i wsp. 1998, Freudenthaler i wsp. 2001), albo opisami przypadków (Park i wsp. 2001, Park i wsp. 2002, Park i Kwon 2004, Giancotti i wsp. 2004, Antoszevska i wsp. 2008, Park i wsp. 2008). Znaleziono nieliczne udokumentowane w piśmiennictwie doniesienia na temat czynników ryzyka prowadzących do przedwczesnej utraty TAD (Miyawaki i wsp. 2003, Cheng i wsp. 2004, Park i wsp. 2006, Chen i wsp. 2007, Kuroda i wsp. 2007, Kuroda i wsp. 2007, Luzi i wsp. 2007, Wiechmann i wsp. 2007, Moon i wsp. 2008, Baek i wsp. 2008). Istotne jest, że w opublikowanych i cytowanych pracach materiał badany stanowili głównie pacjenci pochodzący z Azji, czyli przedstawiciele fenotypowej odmiany mongoloidalnej.

Przedstawione przez autorkę wyniki badań uzyskano w pracy na dużym materiale: u 130 pacjentów wszczepiono 350 TAD, stosując procedurę zmodyfikowaną na podstawie własnych doświadczeń klinicznych. Powtarzalność, a tym samym standaryzacja opracowanych procedur była zapewniona, ponieważ wszystkie elementy tymczasowego zakotwienia korykalnego zakładał ten sam lekarz – autorka rozprawy. Brak grupy kontrolnej uwzględnionej w materiale badanym mógłby teoretycznie osłabić istotność badań. Niemniej jednak włączenie grupy kontrolnej wydało się autorce kontrowersyjne z etycznego punktu widzenia, takie postępowanie wiązałoby się bowiem ze świadomym dyskryminowaniem tej części pacjentów: odmową dostępu do niewątpliwych i udokumentowanych korzyści leczenia prowadzonego z udziałem TAD. Dodatkowym argumentem przemawiającym za wyłączeniem grupy kontrolnej był ścisły temat prowadzonych badań: wykorzystanie tymczasowych elementów zakotwienia korykalnego w leczeniu zaburzeń zgryzowo-zębowych i poszukiwanie czynni-

ków ryzyka odpowiedzialnych za przedwczesną utratę TAD, ich wszczepienie stanowiło więc warunek sine qua non jakichkolwiek późniejszych analiz.

Całkowity odsetek powodzeń uzyskany w badaniach pacjentów polskich, przedstawicielei białej, homogennej populacji wyniósł 93,43%, przyjął więc wartość najwyższą w porównaniu do wyników uzyskanych w badaniach pacjentów pochodzenia azjatyckiego: Miyawaki i wsp. (2003), Cheng i wsp. (2004), Park i wsp. (2006), Chen i wsp. (2007), Kuroda i wsp. (2007), Kuroda i wsp. (2007), Moon i wsp. (2008), Baek i wsp. (2008), które wahały się 75,20–91,60%. Autorzy dwóch publikacji dotyczących stabilności TAD u Europejczyków – Wiechmann i wsp. (2007) oraz Luzi i wsp. (2007) otrzymali podobne wyniki, odpowiednio: 86,70 i 90,71%, ale zbadali tylko nieliczne potencjalne czynniki ryzyka przedwczesnej utraty TAD, oceniając trzykrotnie mniejszą liczbę implantacji. Większy odsetek powodzeń udokumentowany przez autorkę mógł wynikać zarówno z uwarunkowań proceduralnych – przestrzegania reguł własnego protokołu, zmodyfikowanego w stosunku do rekomendacji ośrodków klinicznych, z których pochodziły wykorzystane w badaniach TAD, jak i z wpływu czynnika rasowego: odmiennej budowy szkieletowej mongoloidów i europeidów. Ze względu jednak, na różnorodność czynników sprawczych, teza o wpływie rasowym wymaga dalszych badań.

Porównanie różnych czynników o potencjalnym wpływie na stabilność TAD ujawniło podobną tendencję we wszystkich cytowanych do tej pory badaniach (tab. 8). Niemniej jednak, autorzy żadnej z wymienionych publikacji nie omówili potencjalnego wpływu rysów twarzy oraz wzajemnego położenia zębów – nagryzów poziomych i pionowych, klasy Angle i kłowej oraz położenia zębów siecznych przyśrodkowych względem płaszczyzny strzałkowej, determinowanego lokalizacją punktów incision – na stabilność TAD, które to zależności, wraz z istotnością statystyczną, zostały udowodnione i wyeksponowane przez autorkę w rozdziale „Wyniki”.

Miyawaki i wsp. (2003) i Baek i wsp. (2008) donieśli o istotnej statystycznej korelacji pionowych struktur części twarzowej czaszki z powodzeniem stosowania TAD: u pacjentów ze zwiększonym kątem podstaw dochodziło częściej do przedwczesnej utraty elementów tymczasowego zakotwienia kortykalnego. Nie potwierdziły tego badania autorki, chociaż obserwowała ona podobną klinicznie tendencję, ale bez cech istotności. Mniejszy odsetek powodzeń u pacjentów ze zwiększonym kątem między linią podstawy szczęki a linią żuchwową może być następstwem cienkiej blaszki kortykalnej, co wydaje się mieć wyraźny wpływ na ograniczenie mechanicznej retencji tej części TAD, która nie ulega osseointegracji.

Oceniając czynniki związane bezpośrednio z budową (typ i długość śruby), nie wykazano istotnego ich wpływu na utrzymanie TAD, chociaż wyniki miały pewną wymowę kliniczną: zdecydowanie najlepiej sprawdziły się ele-

menty tymczasowego zakotwienia kortykalnego o małych średnicach i dłuższym gwincie (8 mm). O podobnym braku istotnego wpływu średnicy i długości TAD na powodzenie ich utrzymania podczas terapii informowali również Kuroda i wsp. (2007). Zupełnie odmienne wyniki otrzymali Wiechmann i wsp. (2007), którzy donieśli o prawie trzykrotnie częstszej przedwczesnej utracie TAD systemu Abso Anchor niż Dual Top o większej średnicy (1,6 mm), przy czym wydaje się, że czynnikiem sprawczym wysokiego odsetka niepowodzeń był nieodpowiedni dobór zarówno średnicy TAD (1 mm), jak i jego umiejscowienie – wszczępienie po językowej stronie części zębodołowej żuchwy. Należy podkreślić, że w ocenie czynników związanych z TAD autorka pominęła aspekt materiału, z którego wykonano elementy tymczasowego zakotwienia kortykalnego. Prowadzone w Polsce badania nad biokompatybilnością materiałów medycznych dotyczyły różnych aspektów; ocenie poddawano między innymi reakcje fizyczne kości pod wpływem hydroksyapatytów (Dawidowicz i wsp. 2005) oraz stężenie mediatorów zapalenia wytwarzanych przez leukocyty w odpowiedzi na materiały poliestrowe (Żywicka i wsp. 2005). Chaddad i wsp. (2008), którzy wykazali porównywalny odsetek powodzeń tymczasowych elementów zakotwienia kortykalnego, bez względu na typ zastosowanego w produkcji stopu i opracowania powierzchni TAD – maszynowego lub chemicznego: piaskowania dużymi cząsteczkami tlenku glinu i wytrawiania związkami o odczynie kwaśnym, stwierdzili wprawdzie brak wpływu materiału, z którego wykonano TAD na ich stabilność, niemniej jednak przeprowadzenie podobnych badań w Polsce mogłoby zainteresować właściwe ośrodki naukowe zajmujące się analizą biomateriałów produkowanych na potrzeby chirurgii eksperymentalnej.

Badania autorki nie pozwoliły stwierdzić istotnych różnic w powodzeniu stosowania TAD, w zależności od ich umiejscowienia w szczęce czy żuchwie, przeciwnie niż Park i wsp. (2006) i Chen i wsp. (2007), którzy – u pacjentów rasy żółtej – stwierdzili częstszą utratę TAD z żuchwy. Badacze tłumaczyli to dużą grubością blaszki kortykalnej części zębodołowej żuchwy, zwłaszcza w odcinkach bocznych, co miało prowadzić do przegrzania podczas nawiercenia oraz obniżoną strefą dziaśła właściwego. Podobne wyniki uzyskali Wiechman i wsp. (2007) u pacjentów rasy białej, w tym przypadku jednak – ze względu na nieodpowiedni dobór okolicy implantacji (strona językowa części zębodołowej żuchwy) istotność wyniku mogła być fałszywie dodatnia. Całkowicie odmienne wyniki: większą utratę w szczęce niż w żuchwie uzyskali Luzi i wsp. (2007). Badacze ci donieśli o 8% utracie TAD w żuchwie i 12% utracie TAD w szczęce, ale zastosowane śruby były dłuższe (1,6–9,6 mm) i miały większą średnicę (1,5–2 mm), co mogło wpłynąć na wynik powodzeń.

Lepsze oczyszczanie zębów i jamy ustnej w jej lewych kwadrantach, co zazwyczaj obserwuje się u pacjentów praworęcznych, reprezentujących większość populacji (Tezel i wsp. 2001) może tłumaczyć frekwencję powodzeń uzyskaną

w lewym kwadrancie. Wybór tej okolicy do implantacji, chociaż nie miał istotnego statystycznie powiązania z częstością powodzeń stosowania TAD, to klinicznie stanowił okolicę skojarzoną z większym odsetkiem powodzeń, podobnie jak w doniesieniach Parka i wsp. (2006). Jeśli chodzi o pionową pozycję TAD, ich umieszczenie w strefie dziąsła właściwego w szczęcie (*S-DW*) było istotnie skorelowane z dużym odsetkiem powodzeń, przeciwnie do wyników uzyskanych przez Parka i wsp. (2006), którzy informowali o największym sukcesie stosowania TAD w przypadku ich umieszczenia w strefie dziąsła luźnego. Obserwacja istotnie częstszej utraty TAD umieszczonych dystalnie w żuchwie między zębami trzonowymi, była zgodna z wcześniejszymi doniesieniami Kurody i wsp. (2007). Przeciwnie niż Chen i wsp. (2007), autorka nie stwierdziła najniższej częstości powodzeń stosowania TAD między zębami przedtrzonowymi w żuchwie, bez względu na kwadrant: prawy bądź lewy.

Przeprowadzone badania nie pozwoliły stwierdzić istotnego wpływu typu obciążenia TAD (bezpośredniego lub pośredniego) na odsetek powodzeń jego stosowania. Ponieważ tego czynnika nie badano w żadnych prezentowanych do tej pory badaniach, nie ma możliwości przeprowadzenia analizy porównawczej.

O stabilności TAD zależnej od kierunku obciążających je sił donosili już Kuroda i wsp. (2007), którzy informowali o największej stabilności TAD w przypadku wykorzystania ich do wzmocnienia zakotwienia podczas dystalizacji *en masse* zębów górnych oraz o najmniejszej stabilności podczas intruzji dolnych zębów trzonowych. Uzyskane w badaniach własnych podobne wyniki mogą dowodzić, że stosowanie pozaosiowych sił pionowych w większym stopniu przyczynia się do przedwczesnej utraty TAD, aniżeli aplikacja pozaosiowych sił o kierunku poziomym.

Wyniki wzmocniania zakotwienia ujawniły największy odsetek powodzenia podczas stosowania TAD w leczeniu ortodontycznym pacjentów fenotypowej rasy białej; frekwencja dobrej stabilności TAD była również wyższa niż u pacjentów fenotypowej odmiany żółtej. Za stabilność elementów tymczasowego zakotwienia kortykalnego może odpowiadać kilka czynników, takich jak: konfiguracja szkieletowa, wzajemne relacje zębowe, pozioma i pionowa pozycja TAD, a także cele terapeutyczne: przemieszczenia zębowe, do których niezbędne jest zakotwienie kortykalne. Brak istotności związku innych badanych czynników z niepowodzeniem implantacji mógł być związany z dużym odsetkiem powodzeń uzyskanym przez autorkę. Takie wyniki potwierdziły skuteczność wykorzystania TAD jako tymczasowego zakotwienia kortykalnego w leczeniu zaburzeń zgryzowo-zębowych.

Reasumując, w świetle przeprowadzonej dyskusji pierwszy plan nowatorskich osiągnięć badań własnych prezentowanych w tej pracy niewątpliwie zajmują:

- 1) udowodnienie przydatności polskiej diagnostyki w przewidywaniu utrzymania bądź utraty mikroimplantów podczas aktywnego leczenia ortodontycznego,
- 2) znalezienie – za pomocą najnowszych narzędzi analizy statystycznej – korelacji niskiej linii kątów ust z cechami patognomicznymi wad dotylnych i zgryzów otwartych, co może przyczynić się do ograniczenia wskazań do wykonywania cefalogramów diagnostycznych, stąd zasługuje na rozpropagowanie w światowym piśmiennictwie,
- 3) opracowanie wysoce skutecznego protokołu samodzielnego wszczepienia mikroimplantów przez ortodontów nazywane – jak już wspomniano – metodą wrocławską, która zyskała uznanie międzynarodowe (publikacja w *American Journal of Orthodontics* 2009;136:158.e1-158.e10) i będzie – na prośbę Polskiego Towarzystwa Ortodontycznego – szczegółowo przedstawiona w artykule redakcyjnym *Forum Ortodontycznego*,
- 4) oszacowanie niebadanych dotąd czynników, od których zależy powodzenie utrzymania mikroimplantów instalowanych metodą wrocławską, takich jak linia kątów ust, nagryzy: poziomy i pionowy, klasy kłowe oraz położenie górnego i dolnego punktu incision,
- 5) wykonanie badań na dużej grupie homogennej – 350 mikroimplantów wszczepionych u 130 Polaków – co dało możliwość porównania z podobnie dużą liczbą TAD implantowanych u przedstawicieli odmiany żółtej.

cd. tab. 8

<i>Incision inferius</i>	<i>li C</i>	92,77							
	<i>li P</i>	95,00							
	<i>li L</i>	95,74							
Nagryz poziomy	<i>OJ0</i>	93,98							
	<i>OJ1</i>	91,93							
	<i>OJ2</i>	93,54							
Klasa Angle'a	I	87,50							
	II	95,41							
	III	90,00							
Klasa kłowa	I	92,85							
	II	94,16							
	III	83,33							
Szkieletowa konfiguracja pionowa	<i>ML-NL0</i>	94,87		100,0			90,9	77,8	
	<i>ML-NL1</i>	91,78		72,7			88,9	73,1	
	<i>ML-NL2</i>	96,15		96,2			87,5	75,0	
Szkieletowa konfiguracja strzałkowa	klasa I	90,43		80,4	81,87			88,2	
	klasa II	94,00		83,7	86,87			74,3	
	klasa III	100,00		100,0	92,30			47,8	
Kąt SNA	<i>SNA0</i>	92,99							
	<i>SNA1</i>	93,60							
	<i>SNA2</i>	95,23							
Kąt SNB	<i>SNB0</i>	96,15							
	<i>SNB1</i>	94,87							
	<i>SNB2</i>	91,78							
Czynniki związane z budową TAD									
Typ	A (Abso Anchor)	94,11		69,6				88,6	
	B (Ortho Easy Pin)	92,63							

cd. tab. 8

Długość gwintu	krótki	92,65						69,2		
	długi	94,79						93,3		
Czynniki związane z położeniem TAD										
	szczeka	94,79	87,8	86,7		88,21	96,0			83,5
	żuchwa	92,65	92,0	55,8		77,08	86,4			84,1
Umieszczenie pionowe	<i>S-DW</i>	98,03					91,2			
	<i>Ż-DW</i>	89,85								
	<i>S-DL</i>	93,24					95,7			
	<i>Ż-DL</i>	91,42					88,4			
Umieszczenie w płaszczyźnie frankfurckiej i strzałkowej, w szczęcie lub żuchwie	<i>SP</i>	96,38				89,62		95,6	78,0	
	<i>SL</i>	92,77				89,62		95,6		
	<i>SC</i>	100,00							78,0	
	<i>ŻP-T</i>	87,71				89,62		66,7	88,1	
	<i>ŻP-P</i>	88,00				78,91		88,9	88,1	
	<i>ŻC</i>	84,61	98,2							
	<i>ŻL-P</i>	96,00				78,91		88,9		
<i>ŻL-T</i>	96,49				89,62		66,7	88,1		
Umieszczenie w płaszczyźnie frankfurckiej	strona prawa	92,12					86,3			
	strona lewa	95,15					97,3			
	linia pośrodkowa	90,00								

cd. tab 8

Czynniki związane z leczeniem ortodontycznym									
Obciążenie	bezpośrednie	92,60							
	pośrednie	96,96							
Przesunięcie ortodontyczne	intruzja zębów siecznych	90,00							
	dystalizacja <i>en masse</i>	98,11				81,87			
	mezjalizacja dolnych zębów trzonowych	90,38				80,00		80,0	
	intruzja zębów trzonowych	88,57				90,19		64,3	
	wysuwanie żuchwy (za pomocą wyciągów klasy II)	90,00							
	retrakcja <i>en masse</i>	92,68				81,87		95,0	

OBO – prawidłowy nagryz pionowy; *OB1* – spłycony nagryz pionowy; *OB2* – pogłębiony nagryz pionowy, *IsC* – *incision superius* położony centrycznie; *IsP* – *incision superius* przemieszczony w prawo; *IsL* – *incision superius* przemieszczony w lewo; *liC* – *incision inferius* położony centrycznie; *liP* – *incision superius* przemieszczony w prawo; *liL* – *incision inferius* przemieszczony w lewo; *OJ0* – prawidłowy nagryz poziomy; *OJ1* – zmniejszony nagryz poziomy; *OJ2* – zwiększony nagryz poziomy; *ML-NL0* – prawidłowa wartość kąta *ML-NL*; *ML-NL1* – zmniejszona wartość kąta *ML-NL*; *ML-NL2* – zwiększona wartość kąta *ML-NL*; *SNA0* – prawidłowa wartość kąta *SNA*; *SNA1* – zmniejszona wartość kąta *SNA*; *SNA2* – zwiększona wartość kąta *SNA*; *SNB0* – prawidłowa wartość kąta *SNB*; *SNB1* – zmniejszona wartość kąta *SNB*; *SNB2* – zwiększona wartość kąta *SNB*; *S-DW* – szczęka, strefa dziąsła właściwego, *Ż-DW* – żuchwa, strefa dziąsła właściwego, *S-DL* – szczęka, strefa dziąsła luźnego, *Ż-DL* – żuchwa, strefa dziąsła luźnego; *SP* – szczęka, strona prawa; *SL* – szczęka strona lewa; *SC* – szczęka, między zębami siecznymi przyśrodkowymi; *ŻP-T* – żuchwa, strona prawa, między zębami trzonowymi; *ŻP-P* – żuchwa, strona prawa, między drugim zębem przedtrzonowym i pierwszym trzonowym; *ŻC* – żuchwa, między zębami siecznymi przyśrodkowymi; *ŻL-P* – żuchwa, strona lewa, między drugim zębem przedtrzonowym i pierwszym trzonowym; *ŻL-T* – żuchwa, strona lewa, między zębami trzonowymi

6. WNIOSKI

6.1. ODPOWIEDZI NA POSTAWIONE PYTANIA BADAWCZE

Analiza elementów badania diagnostycznego, prowadzącego do rozpoznania wady zgryzowo-zębowej zgodnej z polskim mianownictwem ortodontycznym, pozwoliła wyłonić czynniki istotnie skorelowane ze stabilnością elementów tymczasowego zakotwienia korykalnego wykorzystanych w terapii ortodontycznej w białej homogennej populacji. Wśród tych czynników znalazły się: linia kątów ust, nagryz pionowy, klasa Angle'a oraz kąt *SNA* i *SNB*.

Doświadczenia kliniczne autorki pozwoliły stworzyć własną procedurę implantowania elementów tymczasowego zakotwienia korykalnego. O innowacyjności procedur własnych, zapewniających wyższy odsetek powodzeń u pacjentów białej homogennej populacji, niż u pacjentów rasy żółtej, stanowiły: zmiana miejsca przez operatora – praca po obu stronach unitu stomatologicznego, zapewniająca prostopadły wgląd w pole operacyjne, wykonywanie pionowego nacięcia i nawiertu bez względu na typ TAD, wprowadzanie TAD o większej średnicy prostopadle do wyrostka zębodołowego i części zębodołowej żuchwy w celu umieszczenia jak największej części gwintu w kości, obciążanie najwcześniej po 2 tygodniach, ale zawsze w okresie stabilności pierwotnej (do 3 miesięcy po implantacji), ograniczenie lokalizacji międzyzębowej do 4 położeń oraz zaniechanie osłony antybiotykowej.

Przeprowadzone badania nie ujawniły pełnej zgodności czynników zagrożających istotnie stabilności TAD, wspólnych dla fenotypowej odmiany żółtej i białej. U mongoloidów, szczególną ostrożność należy zachować podczas implantacji TAD w przypadku zwiększonego kąta między linią podstawy szczęki i linią żuchwową, w żuchwie oraz w strefie dziąsła właściwego. U europeidów największe zagrożenie utratą TAD istnieje w przypadku zmniejszonego nagryzu pionowego, jeśli implantacji dokonuje się między zębami trzonowymi w żuchwie oraz podczas intruzji zębów trzonowych.

6.2. REALIZACJA CELÓW BADAWCZYCH

Przeprowadzone badania pozwoliły zrealizować cele badawcze, a tym samym – wysnuć następujące wnioski:

1. Duże prawdopodobieństwo utrzymania TAD na podstawie wyselekcjonowanych w pracy składowych polskiej diagnostyki ortodontycznej jest fundamentalnym wskazaniem do jej stosowania w planowaniu zakotwienia korykalnego w leczeniu wad zębowo-zgryzowych.
2. Ze względu na istotne skrócenie czasu leczenia ortodontycznego, niezależnie od odmiany fenotypowej pacjenta, wykorzystanie TAD należałoby do standardów terapii wad zgryzowo-zębowych.
3. Wyższy odsetek powodzeń stosowania TAD (93,43%) u pacjentów białej, homogennej populacji dowodzi znaczącej klinicznie skuteczności wrocławskiej modyfikacji procedur wszczepiania TAD.
4. Analiza dużej liczby czynników związanych ze stosowaniem TAD pozwoliła wyłonić czynniki ryzyka oraz czynniki sprzyjające stabilności TAD, istotne dla pacjentów fenotypowej odmiany białej. Inne wykazane tendencje, mimo braku istotności statystycznej, pozwoliły określić czynniki kliniczne, których kontrola może zapewnić powtarzalny i wysoki odsetek stabilności TAD.
5. Neutralna linia kątów ust, pogłębiony nagryz pionowy, II klasa Angle'a, powiększony kąt SNA i SNB oraz planowana dystalizacja en masse są czynnikami najistotniej sprzyjającymi stabilności TAD w leczeniu zaburzeń zgryzowo-zębowych w homogennej białej populacji; szczególną ostrożność należy natomiast zachować w przypadku pacjentów ze spłyconym nagryzem pionowym i gdy niezbędna jest intruzja zębów trzonowych.

6.3. WNIOSEK OGÓLNY

Wykorzystanie tymczasowych elementów zakotwienia korykalnego pozwala, po starannej kwalifikacji pacjentów na podstawie badań diagnostycznych, prowadzić leczenie zgodnie z normami XXI wieku: terapia jest krótsza, utrata zakotwienia – minimalna i bez znaczenia klinicznego, a metoda leczenia nie naraża aparatu zawieszeniowego zębów własnych pacjenta na potencjalne przeciążenia czy resorpcję wierzchołków korzeni. Obserwacje kliniczne skłaniają do wniosku, że wykorzystanie TAD w leczeniu ortodontycznym wiąże się z największym odsetkiem powodzeń u pacjentów rasy białej, pacjentów poniżej 20 roku życia, płci żeńskiej, ze szkieletowym zgryzem głębokim, prawidłowym nagryzem poziomym.

Stosowanie TAD zapewnia dostęp do opieki ortodontycznej wszystkim pacjentom, również tym, u których nie ma zębów w strefach podparcia, co stanowi ważny element postępowania interdyscyplinarnego, tak istotnego dla osób dorosłych, które coraz częściej są pacjentami gabinetów ortodontycznych.

7. PIŚMIENNICTWO

1. Alwali S., Marklund M., Persson M.: Apical root resorption of upper first molars as related to anchorage system. *Swed. Dent. J.* 2000, 24: 145–153.
2. Andrych M., Kozanecka A., Matthews-Brzozowska T.: Ocena dolnej szerokości międzykłowej po leczeniu ortodontycznym. *Twój Przegl. Stomat.* 2007, 7–8: 45–47.
3. Angle E. H.: *Treatment of malocclusions of teeth.* Philadelphia 1887, 7th ed.
4. Anhoury P. S.: Nonsurgical treatment of an adult with mandibular asymmetry and unilateral posterior crossbite. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2009, 135: 118–126.
5. Antoszevska J.: Class II division 2 treatment supported by absolute anchorage – case report. *Dent. Med. Probl.* 2007, 44, 2: 275–280.
6. Antoszevska J.: Mikroimplanty systemu *Abso Anchorr* w leczeniu zgryzu otwartego – opis przypadku. *Ortod. Pol.* 2007, 1, 1: 23–28.
7. Antoszevska J., Jakubowska M.: Od headgeara do implantów – rozwój możliwości dystalizacji zębów trzonowych w leczeniu wad dotylnych. *Forum Ortodont.* 2006, 2, 1: 10–15.
8. Antoszevska J., Minch L.: Literature-based clinical application of microimplants in treatment of different malocclusions. *Dent. Med. Probl.* 2006, 43, 1: 11–14.
9. Antoszevska J., Papadopoulos M., Park H. S., Ludwig B.: Five-year-experience with orthodontic miniscrew implants: a retrospective investigation of the factors influencing the success rates. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2009 (in press).
10. Antoszevska J., Sarul M., Kawala B.: Asymetryczna dystalizacja zębów szczęki w oparciu o mikroimplanty *Abso Anchorr*. *Opis przypadku. Implantoprotetyka* 2008, 9, 4: 25–28.
11. Antoszevska J., Szeląg J.: Pharmacotherapy in orthodontic treatment supported by micro-implants. *Pharmacol. Rep.* 2007, 59, 1: 254–256.
12. Bae S. M., Park H. S., Kyung H. M., Kwon O. W., Sung J. H.: Clinical application of micro-implant anchorage. *J. Clin. Orthod.* 2002, 36: 298–302.
13. Bae S. M., Park H. S., Kyung H. M., Sung J. H.: Ultimate anchorage control. *Tex. Dent. J.* 2002, 119: 580–591.

14. Baek S. H., Kim B. M., Kyung S. H., Lim J. K., Kim Y. H.: Success rate and risk factors associated with mini-implants reinstalled in the maxilla. *Angle Orthod.* 2008, 78: 895–901.
15. Bayrak S., Tunc E. S.: Treatment of anterior dental crossbite using bonded resin-composite slopes: case reports. *Eur. J. Dent.* 2008, 2: 303–306.
16. Biedziak B., Kurzawski M., Sokalski J.: Zakotwienie absolutne z użyciem mikroimplantu ortodontycznego w żuchwie w leczeniu retencji kła górnego. *Czas. Stomat.* 2007, 60, 9: 611–616.
17. Bishara S. E.: Mandibular changes in persons with untreated and treated Class II division 1 malocclusion. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 1998, 113: 661–673.
18. Block M. S., Hoffman D. R.: A new device of absolute anchorage for orthodontics. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 1995, 107: 251–258.
19. Bolla E., Muratore F., Carano A., Bowman J.: Evaluation of maxillary molar distalization with the distal jet: a comparison with other temporary methods. *Angle Orthod.* 2002, 72: 481–494.
20. Bolton W. A.: Disharmony in tooth size and its relation to the analysis and treatment of malocclusion. *Angle Orthod.* 1958, 28: 113–130.
21. Bondemark L., Kurol J.: Class II correction with magnets and super-elastic coils followed by straight-wire mechanotherapy. *J. Orofacial Orthop.* 1998, 59: 127–138.
22. Bondemark L.: A comparative analysis of distal maxillary molar movement produced by a new lingual intra-arch coil appliance and magnetic appliance. *Eur. J. Orthod.* 2000, 22: 683–695.
23. Braun S.: Extraoral appliances: a twenty-first century update. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2004, 125: 624–629.
24. Brickman C. D., Siha P. K., Nanda R. S.: Evaluation of the jones jig appliance for distal molar movement. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2000, 118: 526–534.
25. Burstone C. J.: The segmented arch approach to space closure. *Am. J. Orthod.* 1982, 82: 361–378.
26. Bussic T. J., Mc Namara J. A.: Dentoalveolar and skeletal changes associated with the pendulum appliance. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2000, 117: 333–343.
27. Byloff F. K., Darandeliler M. A.: Distal molar movement using the pendulum appliance. *Angle Orthod.* 1997, 67: 249–260.
28. Carrière L.: A new Class II distalizer. *J. Clin. Orthod.* 2004, 38: 224–231.
29. Çetinşahin A., Arman A.: Application of implants for orthodontic anchorage. *Turk. J. Orthod.* 2005, 18, 1: 77–89.

30. Chaddad K., Ferreira A. F. H., Geurs N., Reddy M. S.: Influence of surface characteristics on survival rates of mini-implants. *Angle Orthod.* 2008, 78, 1: 107–113.
31. Chang Y. J., Lee H. S., Chun Y. S.: Microscrew anchorage for molar intrusion. *J. Clin. Orthod.* 2004, 38: 325–330 quiz 333.
32. Chen Y. J., Chang H. H., Huang C. Y., Hung H. C., Lai E. H. H., Yao C. C. J.: A retrospective analysis of the failure rate of three different orthodontic skeletal anchorage systems. *Clin. Oral Implants. Res.* 2007, 18: 768–775.
33. Cheng S. J., Tseng I. Y., Lee J. J., Kok S. H.: A prospective study of the risk factors associated with failure of mini-implants used for orthodontic anchorage. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* 2004, 19: 100–106.
34. Chiu P. P.: A comparison of two intraoral molar distalization appliances: distal jet versus pendulum appliance (unpublished master's thesis). Ann. Arbor, Mich: Department of Orthodontics, University of Michigan 2001.
35. Choi B. H., Zhu S. J., Kim Y. H.: A clinical evaluation of titanium miniplates as anchors for orthodontic treatment. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2005, 128: 382–384.
36. Coon C. S.: *The Living Races of Man.* New York 1965.
37. Costa A., Raffini M., Melsen B.: Microscrew as orthodontic anchorage. *Int. J. Adult Orthod. Orthognath. Surg.* 1998, 13: 201–209.
38. Creekmore T. D., Eklund M. K.: The possibility of skeletal anchorage. *J. Clin. Orthod.* 1983, 17: 266–269.
39. Czekanowski J.: *Człowiek w czasie i przestrzeni,* Warszawa 1967.
40. Czochońska J.: *Badanie i ocena neurorozwojowa niemowląt i noworodków.* Folium. Lublin 1995, wyd. 1.
41. Dawidowicz A., Pielka S., Paluch D., Kuryszko J., Staniszevska-Kuś J., Solski L.: Application of elemental microanalysis of osteoinduction and osteoconduction of hydroxyapatite bone implants. *Pol. Med.* 2005, 35, 1: 3–14.
42. De Clerk H.: *Biology of implants in orthodontics. Biology of the tissue in orthodontics.* Materiały z sympozjum, Bruksela 2003.
43. Di Biase A. T., Sandler P. J.: Does orthodontics damage faces? *Dent. Update.* 2001, 28: 98–102.
44. Downarowicz P., Kawala B., Matthews-Brzozowski A.: Prognatyzm żuchwy – diagnostyka, etiologia i leczenie na podstawie piśmiennictwa. *Mag. Stomat.* 2007, 17, 1: 46–48.
45. Downarowicz P., Pawlak W., Warych B., Matthews-Brzozowska T., Gerber H.: Cephalometric changes after Class III bimaxillary surgery. *J. Cranio-Maxillofac. Surg.* 2008, 36, suppl.1: 230.
46. Dunin-Wilczyńska I.: Jednostronna dystalizacja pierwszego trzonowca górnego sprężyną ściśniętą. *Ortod. Współcz.* 2001, 3, 2: 37–39.

47. Esposito M., Hirsch J., Lekholm U., Thomsen P.: Differential diagnosis and treatment strategies for biologic complications and failing oral implants: a review of the literature. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* 1999, 14: 473–490.
48. Farkas Gy., Dezsô Gy.: Daten zur Anthropologie der Bevölkerung von Ungarn in den X-XIII Jahrhunderten. *Acta Biol. Szeged* 1955, 1: 192–200.
49. Ferrario V. F., Sforza C.: Size and shape of soft-tissue facial profile: effects of age, gender, and skeletal class. *Cleft Palate Craniofac. J.* 1997, 34: 498–504.
50. Firouz M., Zernik J., Nanda R.: Dental and orthopedic effects of high-pull headgear in treatment of class II division 1 malocclusion. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 1992, 102: 197–205.
51. Franaszek Z., Stopa J.: Wpływ diety na zawartość wybranych składników mineralnych oraz starcie zębów populacji średniowiecznych. *Dent. Forum* 2006, supl. 85.
52. Freudenthaler J. W., Haas R., Bantleon H. P.: Bicortical titanium screws for critical orthodontic anchorage in the mandible: A preliminary report on clinical application. *Clin. Oral Implants Res.* 2001, 12: 358–363.
53. Gainsforth B. L., Higley L. B.: A study of orthodontic anchorage possibilities in basal bone. *Am. J. Orthod. Oral Surg.* 1945, 31: 406–417.
54. Gedrange T., Mai R., Weingaertner J., Koczorowski R., Fanghänel J., Proff P.: Badanie regeneracji kości przy implantowanych miniśrubach ortodontycznych. *Dent. Forum* 2007, 35: 13–16.
55. Ghosh J., Nanda R. S.: Evaluation of intramolar distalization technique. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 1996, 110: 639–646.
56. Giacotti A., Arcuri C., Barlattani A.: Treatment of ectopic mandibular second molar with titanium miniscrews. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2004, 126: 113–117.
57. Giacotti A., Greco M., Mampieri G., Arcuri C.: The use of titanium miniscrews for molar protraction in extraction treatment. *Prog. Orthod.* 2004, 5: 236–247.
58. Golusik K., Sarul M., Rzeszut Ł., Sieja A., Matthews-Brzozowska T.: Zaburzenia zgryzowo-zębowe populacji średniowiecznej i współczesnej Dolnego Śląska. *Dent. Med. Probl.* 2005, 42, 3: 465–471.
59. Goodacre C. J., Brown D. T., Roberts W. E., Jeiroudi M. T.: Prosthodontic considerations when using implants for orthodontic anchorage. *Prosthet. Dent.* 1997, 77: 162–170.
60. Greenstein G., Cavallaro J., Scharf D., Tarnow D.: Differential diagnosis and management of flared maxillary anterior teeth. *J. Am. Dent. Assoc.* 2008, 139: 715–723.
61. Greenstein G., Cavallaro J., Tarnow D.: When to save or extract a tooth in the esthetic zone: a commentary. *Compend. Contin. Educ. Dent.* 2008, 29: 136–145.

62. Gulati S., Kharbanda O. P., Parkash H.: Dental and skeletal changes after intra-oral molar distalization with sectional jig assembly. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 1998, 114: 319–327.
63. Hall J. F., Sohn W., McNamara J. A.: Why do dentists refer to specific orthodontists? *Angle Orthod.* 2009, 79: 5–11.
64. Haydar S., Ünner O.: Comparison of jones jig molar distalization appliance with extraoral traction. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2000, 117: 49–53.
65. Heymann G. C., Tulloch J. F. C.: Implantable devices as orthodontic anchorage: a review of current treatment modalities. *J. Esthet. Restor. Dent.* 2006, 18: 68–80.
66. Hilgers J. J.: The pendulum appliance for class II non-compliance therapy. *J. Clin. Orthod.* 1992, 67: 249–271.
67. Hong H., Ngan P., Li H. G., Qi L. G., Wei S. H. Y.: Use of onplants as stable anchorage for facemask treatment: a case report. *Angle Orthod.* 2005, 75: 453–460.
68. Hoste S., Vercruyssen M., Quirynen M., Willems G.: Risk factors and indications of orthodontic temporary anchorage devices: a literature review. *Aust. Orthod. J.* 2008, 24: 140–148.
69. Isaacson R. J., Zaphel R. J., Worms F. W., Bevis R. R., Speidel T. M.: Some effects of mandibular growth on the dental occlusion nad profile. *Angle Orthod.* 1977, 47: 97–106.
70. Ishii N., Deguchi T., Hunt N. P.: Craniofacial differences between Japanese and British Caucasian females with a skeletal Class III malocclusion. *Eur. J. Orthod.* 2002, 24: 493–499.
71. Ishii N., Deguchi T., Hunt N. P.: Morphological differences in the craniofacial structure between Japanese and Caucasian girls with Class II division 1 malocclusions. *Eur. J. Orthod.* 2002, 24: 61–67.
72. Janiszewska-Olszowska J., Król K., Wędrychowska-Szulc B.: Oczekiwania estetyczne pacjentów ortodontycznych. *Nowa Stomat.* 2003, 3, 25: 129–130.
73. Janson G., Fuziy A., de Freitas M. R., Castanha Henriques J. F., de Almeida R. R.: Soft-tissue treatment changes in Class II Division 1 malocclusion with and without extraction of maxillary premolars. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2007, 132: 729, e1–8.
74. Janssens F., Swennen G., Dujardin T., Glineur R., Malevez C.: Use of onplants as orthodontic anchorage. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2002, 122: 566–570.
75. Kanomi R.: Mini-implant for orthodontic anchorage. *Int. J. Clin. Orthod.* 1997, 31, 763–767.
76. Kawala B., Antoszevska J., Nęcka A.: Genetics or environment? A twin-method study of malocclusions. *World J. Orthod.* 2007, 8: 405–410.

77. Kärcher H., Byloff F. K., Clar E.: The Graz implant supported pendulum. A technical note. *J. Craniomaxillofac. Surg.* 2002, 30: 87–90.
78. Karlsen A. T., Krogstad O.: Morphology and growth in convex profile facial patterns: a longitudinal study. *Angle Orthod.* 1999, 69: 334–344.
79. Keles A.: Maxillary unilateral distalization with sliding mechanics. *Eur. J. Orthod.* 2001, 23: 507–515.
80. Kim Y. E., Nanda R. S., Sinha P. K.: Transition of molar relationships in different skeletal growth patterns. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2002, 121: 280–290.
81. Kinzinger G., Frye L., Diedrich P.: Class II Treatment in Adults: Comparing camouflage orthodontics, dentofacial orthopedics and orthognathic surgery – a cephalometric study to evaluate various therapeutic effects. *J. Orofac. Orthop.* 2009, 70: 63–91.
82. Kojima K., Endo T., Shimooka S.: Effects of maxillary second molar extraction on dentofacial morphology before and after anterior open-bite treatment: a cephalometric study. *Odontology* 2009, 97: 43–50.
83. Kravitz N. D., Kusnoto B., BeGole E., Obrez A., Agran B.: How well does Invisalign work? A prospective clinical study evaluating the efficacy of tooth movement with Invisalign. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2009, 135: 27–35.
84. Küçükkeleş N., İlhan I., Orgun I. A.: Treatment efficiency in skeletal Class II patients treated with the jasper jumper. *Angle Orthod.* 2007, 77: 449–456.
85. Kuroda S., Katayama A., Takano-Yamamoto T.: Severe anterior open-bite case treated using titanium screw anchorage. *Angle Orthod.* 2004, 74: 558–567.
86. Kuroda S., Sugawara Y., Deguchi T., Kyung H. M., Yamamoto T. T.: Clinical use of miniscrew implants as orthodontic anchorage: Success rates and postoperative discomfort. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2007, 131: 9–15.
87. Kuroda S., Yamada K., Deguchi T., Hashimoto T., Kyung H. M., Takano-Yamamoto T.: Root proximity is a major factor for screw failure in orthodontic anchorage. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2007, 131: 68–73.
88. Kurosawa M., Ando K., Goto S.: Class II Division 1 malocclusion with a high mandibular plane angle corrected with 2-phase treatment. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2009, 135: 241–251.
89. Kyung H. M., Park H. S., Bae S. M., Sung J. H., Kim I. B.: Development of orthodontic micro-implants for intraoral anchorage. *J. Clin. Orthod.* 2003, 37: 321–328.
90. Lai E. H. H, Yao C. C. J., Chang J. Z. C., Chen I., Chen Y. J.: Three-dimensional dental model analysis of treatment outcomes for protrusive maxillary dentition: comparison of headgear, miniscrew and miniplate skeletal anchorage. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2008, 134: 636–645.

91. Langlade M.: Clinical distalization with the distalix. *World J. Orthod.* 2003, 4: 215–228.
92. Lee J. S., Park H. S., Kyung H. M.: Micro-implant anchorage for lingual treatment of a skeletal class II malocclusion. *J. Clin. Orthod.* 2001, 35: 643–647.
93. Lee K. G., Ryu Y. K., Park Y. C., Rudolph D. J.: A study of holographic interferometry on the initial reaction of the maxillofacial complex during protraction. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 1997, 111: 623–632.
94. Lee K. J., Park Y. C., Hwang W. S., Seong E. H.: Uprighting mandibular second molars with direct miniscrew anchorage. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2008, 134: 604 e1–16.
95. Lim S. M., Hong R. K.: Distal movement of maxillary molars using a lever-arm and mini-implant system. *Angle Orthod.* 2008, 78: 167–175.
96. Linkow L. I.: The endosseous blade implant and its use in orthodontics. *Int. J. Orthod.* 1969, 18: 149–154.
97. Liou E. J., Pai B. C., Lin J. C.: Do miniscrews remain stationary under orthodontic forces? *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2004, 126: 42–47.
98. Liśniewska-Machorowska B., Machorowska-Pieniążek A., Pisulska-Otremba A.: Pionowe cechy struktur czaszki w wadach zgryzu I, II, III klasy Angle'a. *Ortop. Szczęk. Ortod.* 2002, 2: 3–8.
99. Liu Y., Lowe A. A., Zeng X., Fu M., Fleetham J. A.: Cephalometric comparisons between Chinese and Caucasian patients with obstructive sleep apnea. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2000, 117: 479–485.
100. Lloyd T. G., Stephens C. D.: Spontaneous changes in molar occlusion after extraction of all first premolars: a study of class II/1 cases treated with removable appliances. *Br. J. Orthod.* 1979, 6: 91–94.
101. Ludwig B., Baumgaertel S., Bowman S. J.: *Mini-implants in orthodontics.* Berlin: Quintessence 2008.
102. Lundström A.: Indication index for the evaluation of the demand for treatment of malocclusions. *Tandlakartidningen* 1978, 15, 70: 508–516.
103. Luzi C., Verna C., Melsen B.: A prospective clinical investigation of the failure rate of immediately loaded mini-implants used for orthodontic anchorage. *Prog. Orthod.* 2007, 8: 192–201.
104. Maeda A., Soejima K., Ogura M., Ohmure H., Sugihara K., Miyawaki S.: Orthodontic treatment combined with mandibular distraction osteogenesis and changes in stomatognathic function. *Angle Orthod.* 2008, 78: 1125–1132.
105. Majzoub Z., Finotti M., Miotti F., Giardino R., Cordioli G.: Bone response to orthodontic loading of endosseous implants in the rabbit calvaria. Early continuous distalizing forces. *Eur. J. Orthod.* 1999, 21: 223–230.
106. Masztalerz A.: Nroma morfologiczna w rozpoznawaniu wad zgryzu. *Czas. Stomat.* 1995, 48, 11: 738–746.

107. Masztalerz A.: Stłoczenia zębów – problem nie tylko ortodontyczny. *Magzyn Stomat.* 1995, 1: 17–26.
108. Medeiros P. J., Ritto F.: Indications for the inverted-L osteotomy: report of 3 cases. *J. Oral. Maxillofac. Surg.* 2009, 67: 435–444.
109. Mc Intosh A. S., Mc Croy P., Finch C. F., Best J. P., Chalmers D. J., Wolfe R.: Does padded headgear prevent head injury in rugby union football? *Med. Sci. Sports. Exerc.* 2009, 41: 306–313.
110. Mc Namara J. A., Ellis E.: Cephalometric analysis of untreated adults with ideal facial and occlusal relationships. *Int. J. Adult Orthod. Oral Surg.* 1988, 3: 221–231.
111. Melsen B., Bosch C.: Different approaches to anchorage: a survey and evaluation. *Angle Orthod.* 1997, 67, 1: 23–30.
112. Melsen B., Verna C.: Miniscrew implants: the Aarhus anchorage system. *Semin. Orthod.* 2005, 11: 24–31.
113. Miedzik M., Syryńska M., Sporniak-Tutak K.: Implanty w ortodoncji – nowe możliwości leczenia – na podstawie piśmiennictwa. *Czas. Stomat.* 2006, 59, 9: 662–669.
114. Miyawaki S., Koyama I., Inoue M., Mishima K., Sugahara T., Yamamoto T. T.: Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2003, 124: 373–378.
115. Molly L., Willems G., Steenberghe D., Quirynen M.: Periodontal parameters around implants anchoring orthodontic appliances: a series of case reports. *J. Periodontol.* 2004, 75: 176–181.
116. Moon C. H., Lee D. G., Lee H. S., Im J. S., Baek S. H.: Factors associated with the success rate of orthodontic miniscrews placed in the upper and lower posterior buccal region. *Angle Orthod.* 2008, 78, 1: 101–106.
117. Mrowiec J.: Leczenie ortodontyczne dorosłych z wykorzystaniem implantów protetycznych jako zakotwienia. *Magzyn Stomat.* 2004, 3: 59–61.
118. Mulligan T. F.: Molar control. Part 1. *J. Clin. Orthod.* 2002, 36: 11–23.
119. Mulligan T. F.: Molar control. Part 5. *J. Clin. Orthod.* 2002, 36: 285–290.
120. Mulligan T. F.: Understanding and applying wire-bracket angles. *J. Clin. Orthod.* 2008, 42: 563–573 quiz 595.
121. Munir T., Gawda J., Pieniążek M.: Trudności diagnostyczne w tak zwanych prostych przypadkach klasy II. *Ortod. Współcz.* 2001, 3, 3: 67–71.
122. Ng J., Major P., Flores-Mir C.: True molar intrusion attained during orthodontic treatment. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2006, 130: 709–714.
123. Orlik-Grzybowska A.: *Podstawy ortodoncji.* Warszawa: PZWL Warszawa 1976.

124. Pancherz H., Anehus-Pancherz M.: The head-gear effect of the Herbst appliance. A cephalometric long-term study. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 1993,103, 510–520.
125. Papadopoulos M. A., Tarawneh F.: The use of miniscrew implants for temporary skeletal anchorage in orthodontics: a comprehensive review. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radio. Endod.* 2007, 103, e6–15.
126. Papadopoulos M. A.: Orthodontic treatment for the Class II non-compliant patient: current principles and techniques. Elsevier, Mosby, Edinburgh 2006.
127. Papadopoulos M. A.: Orthodontic treatment of Class II malocclusion with miniscrew implants. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2008, 134: 604, e1–16, discussion 604–605.
128. Park H. S.: An anatomical study Rusing CT images for the implantation of micro-implants. *Korea J. Orthod.* 2002, 32: 435–441.
129. Park H. S., Bae S. M., Kyung H. M., Sung J. H.: Micro-implant anchorage for treatment of skeletal class I bialveolar protrusion. *J. Clin. Orthod.* 2001, 35: 417–422.
130. Park H. S., Jeong S. W., Kwon O. W.: Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2006, 130: 18–25.
131. Park H. S., Kwon O. W., Sung J. H.: Micro-implant anchorage for forced eruption of impacted canines. *J. Clin. Orthod.* 2004, 38: 261–262.
132. Park H. S., Kwon O. W., Sung J. H.: Nonextraction treatment of an open bite with microscrew implant anchorage. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2008, 130: 391–402.
133. Park H. S., Kwon T. G, Sung J. H.: Nonextraction treatment with microscrew implants. *Angle Orthod.* 2004, 74, 539–549.
134. Park H. S., Kwon T. G.: Sliding mechanics with microscrew implant anchorage. *Angle Orthod.* 2004, 74: 703–710.
135. Park H. S., Kyung H. M., Sung J. H.: A simple method of molar uprighting with micro-implant anchorage. *J. Clin. Orthod.* 2002, 36: 592–596.
136. Park H. S., Lee S. K., Kwon O. W.: Group distal movement of teeth using microscrew implant anchorage. *Angle Orthod.* 2005, 75: 510–517.
137. Patel M. P., Janson G., Henriques J. F., de Almeida R. R., de Freitas M. R., Pinzan A., de Freitas K. M.: Comparative distalization effects of Jones jig and pendulum appliances. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2009, 135: 336–342.
138. Paul L. D., O'Brien K. D., Mandall N. A.: Upper removable appliance or jones jig for distalizing first molars? A randomized clinical trial. *Orthod. Craniofacial Res.* 2002, 5: 238–242.

139. Pawlak W., Warych B., Kaczkowski H.: Combined orthodontic-surgical treatment of a severe class III dentofacial deformity – case report. *Dent. Med. Probl.* 2007, 44, 1: 81–86.
140. Petrie C. S., Williams J. L.: Comparative evaluation of implant designs: influence of diameter, length, and taper on strains in the alveolar crest. A three-dimensional finite-element analysis. *Clin. Oral. Implants Res.* 2005, 16: 486–494.
141. Prabhu J., Cousley R. R.: Current products and practice: bone anchorage devices in orthodontics. *J. Orthod.* 2006, 33: 288–307.
142. Proff P., Bayerline T., Gedrange T.: Special features of planning and application of orthodontic miniscrews in cleft patients. *J. Craniomaxillofac Surg.* 2006, 34: 73–76.
143. Proffit W. R., Fields H. W. Jr., Sarver D. M.: *Contemporary Orthodontics*. Mosby 2007, 4th ed.
144. Reiner T. J.: Modified Nance appliance for unilateral molar distalization. *J. Clin. Orthod.* 1992, 26, 402–404.
145. Roberts W. E., Nelson C. L., Goodacre C. J.: Rigid implant anchorage to close a mandibular first molar extraction site. *J. Clin. Orthod.* 1994, 28: 693–704.
146. Roberts W. E., Smith R. K., Zilberman Y., Mozsary P. G., Smith R. S.: Osseous adaptation to continuous loading of rigid endosseous implants. *Am. J. Orthod.* 1984, 86: 95–111.
147. Roberts-Harry D., Sandy J.: Orthodontics. Part 9: anchorage control and distal movement. *Br. Dent. J.* 2004, 196, 5: 255–263.
148. Rudge S. J.: A simplified method of applying extra-oral anchorage. *Br. Dent. J.* 1981, 152: 205–206.
149. Segner D.: Floating norms as a means to describe individual skeletal patterns. *Eur. J. Orthod.* 1989, 11: 214–220.
150. Segner D., Hasund A.: *Indywidualna kefalometria*. MedTourPress International Wydawnictwo Medyczne, Warszawa 1996.
151. Shapiro P. A., Kokich V. G.: Use of implants in orthodontics. *Dent. Clin. N. Am.* 1988, 32: 539–550.
152. Sherman A. J.: Bone reaction to orthodontic forces or vitreous carbon dental implants. *Am. J. Orthod.* 1978, 74: 79–87.
153. Shpack N., Davidovitch M., Sarne O., Panayi N., Vardimon A. D.: Duration and anchorage management of canine retraction with bodily versus tipping mechanics. *Angle Orthod.* 2008, 78: 95–100.
154. Siriwat P. P., Jarabak J. R.: Malocclusion and facial morphology is there a relationship? An epidemiologic study. *Angle Orthod.* 1985, 55: 127–138.

155. Smith J. R.: Bone dynamics associated with the controlled loading of bioglass-coated aluminum endosteal implants. *Am. J. Orthod.* 1979, 76: 618–636.
156. Smyl-Golianek M., Leszcz M., Komorowska A.: Symetria wargi górnej w zgryzie krzyżowym przednim oceniana na fotografiach. *Forum Ortodont.* 2005, 1, 2: 11–17.
157. Stecko E.: Zaburzenia mowy u dzieci wczesne rozpoznawanie i postępowanie logopedyczne. Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2002.
158. Steger E. S., Blechman A. M.: Case reports: molar distalization with static repelling magnets. Part II. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 1995, 108: 547–555.
159. Stephens C. D., Lloyd T. G.: Changes in molar occlusion after extraction of all first premolars: a follow up study of class II/1 cases treated with removable appliances. *Br. J. Orthod.* 1980, 7: 139–144.
160. Sugawara J., Daimaruya T., Umemori M., Nagasaka H., Takahashi I., Kawamura H., Mitani H.: Distal movement of mandibular molars in adult patients with the skeletal anchorage system. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2004, 125: 130–138.
161. Sung J. H., Kyung H. M., Bae S. M., Park H. S., Kwon O. W., McNamara J. A.: Micro-implants in orthodontics. Daegu: Dentos. 2006.
162. Suszczewicz A., Lisiecka K.: Stan zgryzu populacji 12- i 18-latków w Polsce w 1995 roku. *Przegl. Stomat. Wiek. Rozw.* 2001, 3/4: 20–23.
163. Sylvester A. D., Patricia A., Kramer P. A., Jungers W. L.: Modern humans are not quite isometric. *Am. J. Physical. Antropol.* 2008, 137, 4: 371–383.
164. Śmiech-Słomkowska G., Mikołajczyk M.: Typ wzrostowy twarzy a wady zgryzu. *Czas. Stomat.* 1996, 49: 844–847.
165. Śmiech-Słomkowska G.: Usuwanie zębów w leczeniu nieprawidłowości zgryzowych. *Magazyn Stomat.* 1994, 5: 20–23.
166. Taner T. U., Yukay F., Pehlivanoglu M., Çakirer B.: A comparative analysis of maxillary tooth movement produced by cervical headgear and pend-x appliance. *Angle Orthod.* 2003, 73: 686–691.
167. Teuscher U. M.: An appraisal of growth and reaction to extraoral anchorage. *Am. J. Orthod.* 1986, 89: 113–121.
168. Tezel A., Orbak R., Canakci V.: The effect of right or left handedness on oral hygiene. *Int. J. Neurosci.* 2001, 109: 1–9.
169. Thomas M. V., Daniel T. L., Kluemper T.: Implant anchorage in orthodontic practice: the Straumann Orthosystem. *Dent. Clin. N. Am.* 2006, 50: 425–437.
170. Troy B. A., Shanker S., Fields H. W., Vig K., Johnston W.: Comparison of incisor inclination in patients with Class III malocclusion treated with orthog-

- nathic surgery or orthodontic camouflage. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2009, 135: 146 e1–9, discussion 146–147.
171. Turchetta B. J., Fishman L. S., Subtelny J. D.: Facial growth prediction: a comparison of methodologies. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2007, 132: 439–449.
172. Upadhyay M., Yadav S., Patil S.: Mini-implant anchorage for en-masse retraction of maxillary anterior teeth: a clinical cephalometric study. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2008, 134: 803–810.
173. Vukusić N., Lapter M., Muretić Z.: Change in the inclination of the occlusal plane during craniofacial growth and development. *Coll. Antropol.* 2000, 24: 145–150.
174. Wehrbein H., Merz B. R., Hämmerle C. H. F., Lang N. P.: Bone-to-implant contact of orthodontic implants in humans subjected to horizontal loading. *Clin. Oral Implants Res.* 1998, 9: 348–353.
175. Wiechmann D., Meyer U., Büchter A.: Success rate of mini- and micro-implants used for orthodontic anchorage: a prospective clinical study. *Clin. Oral Implants. Res.* 2007, 18: 263–267.
176. Wilmes B., Rademacher C., Olthoff G., Drescher D.: Parameters affecting primary stability of orthodontic mini-implants. *J. Orofac. Orthop.* 2006, 67, 3: 162–174.
177. Yao C. C., Lai E. H., Chang J. Z., Chen I., Chen Y. J.: Comparison of treatment outcomes between skeletal anchorage and extraoral anchorage in adults with maxillary dentoalveolar protrusion. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2008, 134: 615–24.
178. Young T. M., Smith R. J.: Effects of orthodontics on the facial profile: A comparison of changes during nonextraction and four premolar extraction treatment. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 1993, 103: 452–458.
179. Zaleska K.: Współczesne metody zakotwiczenia w leczeniu pacjentów dorosłych: przegląd piśmiennictwa, opis przypadku. *Ortod. Współcz.* 2004, 6, 1: 11–17.
180. Zeng X. L., Forsberg C. M., Linder-Aronson S.: Craniofacial morphology in Chinese and Swedish children with Angle class I and class II occlusal relations. *Aust Orthod. J.* 1998, 15: 168–176.
181. Żywicka B., Czarny A., Zaczyńska E., Pielka S., Solski L.: The effect of polyester vascular prostheses on synthesis TNF-alfa, IFN-gamma nad NO by human peripheral blond leukocytes *in vitro*. *Polimery w Medycynie* 2005, 35, 1: 3–9.

STRESZCZENIE

Wykorzystanie tymczasowego zakotwienia kortykalnego odgrywa istotną rolę w uzyskaniu optymalnych efektów terapeutycznych podczas korekty wad zgryzowo-zębowych. Potwierdza to przegląd piśmiennictwa ortodontycznego ostatniej dekady i prezentowane tam opisy przypadków. Oczywista wada konwencjonalnych sposobów wzmacniania zakotwienia: m.in. wyciągów zewnątrzustnych, aparatów gruboślukowych z elementami akryłowymi, wyciągów międzyszczękowych czy zwiększonej powierzchni ozębnowej zębów własnych – brak nieruchomości segmentu reaktywnego, spowodowała intensywny wzrost zainteresowania możliwością wykorzystania protetycznych implantów śródkostnych, których skuteczna osseointegracja pozwalała na obciążenie siłami ortodontycznymi nawet o dużych wartościach. Skomplikowane procedury chirurgiczne, wydłużony czas leczenia, ograniczenia biomechaniczne oraz utrudniona higiena skłoniły jednak badaczy do poszukiwania skutecznej i prostszej formy wzmocnienia zakotwienia, czego efektem stały się elementy tymczasowego zakotwienia kortykalnego – TAD (ang.: Temporary Anchorage Devices). Doniesienia na temat niepowodzeń ich stosowania – tj. utraty przed osiągnięciem założeń terapeutycznych, skłoniły wprawdzie badaczy do podjęcia tematyki oceny czynników wpływających na stabilność TAD, ale materiał stanowili pacjenci rasy żółtej. W przypadku natomiast oceny pacjentów odmiany europejskiej mała była zarówno liczba TAD, jak i analizowanych czynników.

Celem pracy było: określenie jak największej liczby czynników istotnie skojarzonych ze stosowaniem tymczasowego zakotwienia kortykalnego, których kontrola pozwoliłaby osiągnąć powtarzalny i wysoki odsetek utrzymania stabilności TAD, niezbędnej do realizacji planu leczenia pacjentów fenotypowej odmiany białej; ustalenie roli polskiej diagnostyki ortodontycznej i istotności jej składowych w przewidywaniu tej stabilności oraz stworzenie, na podstawie doświadczeń klinicznych, własnej modyfikacji procedur implantowania elementów tymczasowego zakotwienia kortykalnego, zapewniającej jak najwyższy odsetek powodzeń ich wykorzystania w leczeniu wad zgryzowo-zębowych.

Do badań wybrano pacjentów z uzębieniem stałym, którzy ukończyli 16 rok życia, bez stwierdzonej dysfunkcji stawów skroniowo-żuchwowych, u których plan leczenia wymagał wzmocnienia zakotwienia z zastosowaniem tymczasowego zakotwienia kortykalnego, w co najmniej dwóch kwadrantach jamy ustnej.

Badany materiał podzielono na 3 grupy, których homogenność potwierdzono testami statystycznymi: A – pacjenci ze szkieletową klasą I, B – pacjenci ze szkieletową klasą II oraz C – pacjenci ze szkieletową klasą III. W grupie A i B wyłoniono podgrupy zależne od nachylenia linii żuchwowej do linii podstawy żuchwy – kąta *ML-NL*, którym nie różnicowano grupy C z powodu rzadkiego występowania szkieletowej konfiguracji klasy III w badanym materiale. W badaniach zastosowano 350 elementów TAD: 187 Abso Anchor i 163 Ortho Easy Pin, o średnicy odpowiednio: 1,3 i 1,6 mm; wybrano dwie długości: 6 i 8 mm, które wszczepiano odpowiednio w żuchwie i szczęce.

W metodzie pracy, oprócz rutynowo sprawdzanych czynników wpływających na stabilność TAD, takich jak: wiek, płeć, klasa szkieletowa oraz typ i lokalizacja TAD uwzględniono niebadane dotychczas: polską diagnostykę wad zgryzu, rysy twarzy (typ profilu, *en face*: położenie punktu *pogonion* i linii *cheilon-cheilon*), pionową konfigurację szkieletową (kąt między linią żuchwową i linią podstawy szczęki), relacje zębowe (nagryz poziomy, pionowy oraz położenie linii środka szczęki i żuchwy) oraz sposób obciążenia (pośredni bądź bezpośredni) i rodzaj przesunięcia ortodontycznego.

W materiale stwierdzono istotne korelacje parametrów diagnostycznych: profilu, typu rotacji twarzy z klasą szkieletową; położenia warg z wartościami kątów *SNA* i *SNB* oraz niskiego położenia linii kątów ust z cechami patognomicznymi wad dotylnych i pionowych.

Dziesięć spośród 350 tymczasowych elementów kotwiących wykazało cechy ruchomości, więc wymagały dokręcenia; 23 TAD utracono, zostały więc zastąpione nowymi elementami. Całkowity odsetek powodzeń wyniósł zatem 93,43%: 327 spośród 350 wszczepionych TAD zachowało swoją przydatność do końca leczenia ortodontycznego. W materiale znaleziono liczne czynniki związane z istotnie statystycznym lepszym utrzymaniem TAD, które obserwowano częściej przy neutralnej linii kątów ust (94,69%), pogłębionym nagryzie pionowym (*OB2* = 97,29%), II klasie Angle'a (95,41%), powiększonym kącie *SNA* (*SNA2* = 97,18%,) i przy powiększonym kącie *SNB* (*SNB2* = 95,23%), w przypadku lokalizacji w szczęce, w strefie dziąsła właściwego (*S-DW* = 98,03%) oraz podczas dystalizacji *en masse* (98,11%).

Przeprowadzone badania nie ujawniły czynników istotnie zagrażających stabilności TAD, wspólnych dla fenotypowej odmiany żółtej i białej. U mongoloidów należy zachować szczególną ostrożność podczas implantacji TAD w przypadku zwiększonego kąta między linią podstawy szczęki a linią żuchwową, w żuchwie oraz w strefie dziąsła właściwego. U europeidów największe zagrożenie utratą TAD istnieje w przypadku zmniejszonego nagryzu pionowego, jeśli implantacji dokonuje się między zębami trzonowymi w żuchwie oraz podczas intruzji zębów trzonowych.

Wyniki prezentowanej pracy pozwoliły wyciągnąć następujące wnioski:

1. Wykorzystanie polskiej diagnostyki ortodontycznej potwierdziło jej rolę w planowaniu wykorzystania TAD w terapii wad zębowo-zgryzowych pacjentów fenotypowej odmiany białej, ze względu na składowe tej diagnostyki, które – już na etapie kwalifikacji pacjenta – sugerują duże prawdopodobieństwo utrzymania TAD.
2. Wykorzystanie tymczasowego zakotwienia kortykalnego istotnie skraca czas leczenia ortodontycznego, bez względu na odmianę fenotypową pacjenta.
3. Stosowanie własnej modyfikacji procedur wszczepiania TAD zapewnia wyższy odsetek powodzeń ich stosowania (93,43%) u pacjentów białej, homogennej populacji.
4. Ustalenie dużej liczby czynników skojarzonych ze stosowaniem TAD pozwoliło wyłonić czynniki ryzyka oraz czynniki sprzyjające stabilności TAD, istotne dla pacjentów fenotypowej odmiany białej. Inne ujawnione tendencje, mimo braku istotności statystycznej, pozwoliły określić czynniki kliniczne, których kontrola może zapewnić powtarzalny i wysoki odsetek stabilności TAD.
5. Wykorzystanie TAD w leczeniu zaburzeń zgryzowo-zębowych w homogennej białej populacji najbezpieczniej jest planować u pacjentów z neutralną linią kątów ust, pogłębionym nagryzem pionowym, II klasą Angle'a, powiększonym kątem *SNA* i *SNB* oraz gdy zamierzonym przemieszczeniem ortodontycznym jest dystalizacja en masse; szczególną ostrożność należy natomiast zachować w przypadku pacjentów ze splyconym nagryzem pionowym i wtedy, gdy niezbędna jest intruzja zębów trzonowych.

Wykorzystanie tymczasowych elementów zakotwienia kortykalnego po starannej kwalifikacji pacjentów na podstawie badań diagnostycznych, pozwala prowadzić leczenie zgodnie z normami XXI wieku: terapia jest krótsza, utrata zakotwienia – minimalna i bez znaczenia klinicznego, a uzyskane rezultaty nie narażają aparatu zawieszeniowego własnych zębów pacjenta na potencjalne przeciążenia czy resorpcję wierzchołków korzeni. Obserwacje kliniczne skłaniają do wniosku, że wykorzystanie TAD w leczeniu ortodontycznym wiąże się z największym odsetkiem powodzeń u pacjentów rasy białej pacjentów poniżej 20 roku życia, płci żeńskiej, ze szkieletowym zgryzem głębokim i prawidłowym nagryzem poziomym.

Stosowanie TAD zapewnia dostęp do opieki ortodontycznej wszystkim pacjentom, również tym, którzy nie mają zębów w strefach podparcia, co jest ważnym elementem postępowania interdyscyplinarnego, tak istotnego dla dorosłych osób, które coraz częściej są pacjentami gabinetów ortodontycznych.

SUMMARY

Orthodontic literature review from the last decade positively proves that applying of temporary anchorage devices is of great importance in the achievement of the optimal treatment effects resulting from the correction of malocclusion in reported cases. Apparent disadvantage of the conventional anchorage reinforcement approach (among others: extraoral traction, intraoral heavy archwire with acrylic plate, intermaxillary tractions or increased periodontal surface of teeth): persisting mobility of reactive unit caused dramatic increase of interest towards application of prosthetic endosseous implants efficiently integrated thus resistant to orthodontic – even heavy – forces. Nonetheless, complex surgical procedures, elongation of the treatment-time biomechanical limitations and impeded oral hygiene: all together led clinicians' interest towards searching for efficient and simple method of anchorage reinforcement, which resulted in Temporary Anchorage Devices (TAD). Reports on their failures – loss before the achievement of the planned treatment goals – although arose interest of clinicians thus undertaking original research upon factors possibly influencing failure rates of TAD, however evaluated material comprised mainly patients of Asian origin or, if Caucasians were examined either their number as well as number of assessed factors were limited.

The aim of work was to establish: a) the highest number of factors, significantly correlated with application of the temporary anchorage devices, that – if property controlled – could provide reproducible and high percentage of TAD stability required for the reaching of treatment goals in Caucasians, b) the role of Polish orthodontic diagnostics in prediction of this stability, c) own modification, basing on clinical experience, of TAD-insertion protocol providing the highest success rate in treatment of malocclusion.

The research material comprised 16-year-old patients, no temporomandibular joint dysfunction; treatment plan required anchorage reinforcement with the temporary anchorage devices inserted in at least two quadrants of the jaws. All patients were divided into 3, statistically approved concerning homogeneity, following groups: A – individuals with the skeletal class I pattern, B – individuals with the skeletal class II pattern and C – individuals with the skeletal class III pattern. Groups A and B were subdivided into divisions dependent on inclination of mandibular plane towards maxilla – *ML-NL* angle that did not differentiate the group C since the occurrence of class III skeletal pattern was noted seldom in the research material.

350 TAD: 187 Abso Anchor and 163 Ortho Easy Pin, 1.3 mm of diameter and 1.6 mm of diameter respectively were inserted for the purpose of this study; two lengths: 6 and 8 mm were installed in mandible and maxilla respectively.

Concerning methods of research, despite routinely examined factors influencing TAD-stability such as age, gender, skeletal class as well as the type and location of TAD, never examined ones were also evaluated: Polish orthodontic diagnostics, facial features (pogonion and *cheilon-cheilon* line positions), vertical skeletal configuration (the angle between mandibular plane and maxilla), dental relationships (overbite, overjet, location maxillary and mandibular midlines), mode of loading (indirect or direct one) and the type of orthodontic displacement.

Significant correlations of diagnostics parameters: profile and facial rotation type with the skeletal pattern (class), lip position with *SNA* and *SNB* angles, low position of the line connecting *cheilon* points with pathognomonic characteristics of distal and vertical malocclusions.

10 out of 350 temporary anchorage devices displayed instability, therefore they required re-tightening; 23 TAD were lost, so new ones were re-inserted. Overall success rate came to 93.43%: 327 out of 350 implanted TAD were applicative till the completion of an orthodontic treatment. In the study material, numerous factors related to statistically significant better stability of TAD were found, such as neutral position of the *cheilon-cheilon* line (94.69%), deepened overbite (*OB2* = 97.29%), Angle class II (95.41%), increased *SNA* angle (*SNA2* = 97.18%,) and increased *SNB* one (*SNB2* = 95.23%), localization in maxilla in the zone of attached gingiva (98.03%) and *en masse* distalization (98.11%).

Conducted research did not reveal factors significantly jeopardizing TAD-stability fully common for both: Caucasian and Asian races. In mongoloids: high angle between mandibular plane and maxilla, mandible and TAD location in the attached gingiva require careful precaution. In Caucasians: decreased overbite, TAD location between lower molars and molar-intrusion predominantly favor TAD failures.

The achieved results allowed following conclusions:

1. Using of the Polish orthodontic diagnostics fully proved its role in planning of TAD-application in treatment of malocclusion in patients of Caucasian origin due to diagnosis-elements suggesting – already during qualification of patient – high likelihood of TAD-stability.
2. Application of temporary anchorage devices apparently shortens orthodontic treatment duration, independently on phenotypic variety of patients.
3. Conformity of the own modification of the procedures involved in TAD-insertion supports the highest success rate (93.43%) in patients of Caucasian, homogenous population.

4. Establishing of the high number of factors related to application of TAD allowed appointment of risk-factors and those favoring TAD-stability, significant in Caucasians. Other revealed tendencies, despite lack of significance, permitted to establish clinical variables that – if properly controlled – support reproducible and high success rate concerning TAD-stability.
5. Adhibition of TAD in treatment of malocclusion in homogenous Caucasian population is the most safe to be planned in patients with neutral position of the line connecting *cheilon* points, with deepened overbite, with Angle class II, with increased *SNA* and *SNB* angles and whenever en masse distalization is the planned orthodontic displacement; careful precaution should be exercised in patients with decreased overbite and if molar-intrusion is requisite.

Utilization of temporary anchorage devices allows, after careful qualification based on diagnostics records, carrying the treatment fulfilling norms of the XXI century: duration of the therapy is shorter, anchorage loss – minimal and off clinical significance and the results are achieved without jeopardizing periodontal structures of the patients' teeth, via overloading or apical root-resorption.

Clinical observations may be concluded as follows: application of TAD in orthodontic treatment provides the highest success rate in Caucasians younger than 20 years, in females or when skeletal either deep bite or normal overjet are present.

Using of TAD broadens limits of the orthodontic care: patients with no teeth supporting each other in the lateral segments may also benefit, what determines important element of interdisciplinary procedures so crucial for adult individuals, more and more frequently becoming the patients of orthodontic practices.