

Przegląd aparatów dystalizujących zęby trzonowe szczęki zakotwione podniebiennie na miniimplantach

Review of maxillary molar distalising appliances with palatal anchorage on mini-implants

Małgorzata Sanecka¹ **A B D E F**

Katarzyna Becker² **A B D E F**

Anna Greń³ **A B D E F**

Mariusz Świerk⁴ **E F**

Wkład autorów: **A** Plan badań **B** Zbieranie danych **C** Analiza statystyczna **D** Interpretacja danych
E Redagowanie pracy **F** Wyszukiwanie piśmiennictwa

Authors' Contribution: **A** Study design **B** Data Collection **C** Statistical Analysis **D** Data Interpretation
E Manuscript Preparation **F** Literature Search

^{1, 2, 3, 4} Prywatna praktyka
Private practice

Streszczenie

Jedną z metod leczenia pacjentów z II klasą Angle'a jest dystalizacja zębów szczęki. Aparaty wewnątrzustne osadzone na zębach własnych pacjenta powodują nieuchronną utratę zakotwienia. Aby zminimalizować ten efekt uboczny, dodatkowo stosuje się miniimplanty. Najkorzystniejszym anatomicznie miejscem do umieszczenia miniimplantów oraz obciążonym najmniejszym ryzykiem powikłań jest rejon podniebienia twardego. **Cel.** Przybliżenie problematyki aparatów do dystalizacji trzonowców szczęki, opartych na zakotwieniu kostnym w rejonie podniebienia twardego. **Materiał i metody.** Przegląd piśmiennictwa wykorzystujący bazę PubMed oraz Polską Bibliografię Lekarską, z wykorzystaniem słów kluczowych: dystalizacja zębów trzonowych, miniimplanty ortodontyczne, szkieletowe zakotwienie. Wybrano i przeanalizowano 37 pozycji z lat 1996–2018. **Wyniki.** W wyniku przeglądu literatury

Abstract

Maxillary molar distalisation is one of treatment methods for patients with Angle class II. Intraoral appliances supported by patient's own teeth inevitably lead to loss of anchorage. Mini-implants are additionally used to reduce this side effect. The area of the hard palate is the best anatomical place to attach mini-implants, and it provides the lowest risk of complications. **Aim.** To present issues associated with appliances used for maxillary molar distalisation that are based on bone anchorage in the hard palate region. **Material and methods.** The literature review using the PubMed database and the Polish Medical Bibliography with the following key words: molar distalisation, orthodontic mini-implants, skeletal anchorage. 37 positions from the years 1996–2018 were selected and analysed. **Results.** As a result of the literature review, 37 articles describing nine distalisation appliances modelled on three basic constructions:

¹ Lek. dent. / DDS

² Dr n. med., specjalista ortodonta / DDS, PhD, specialist in orthodontics

³ Dr n. med., specjalista ortodonta / DDS, PhD, specialist in orthodontics

⁴ Lek. dent., specjalista ortodonta / DDS, specialist in orthodontics

Dane do korespondencji / Correspondence address:
Poliklinika Stomatologiczna Pod Szyndzielnią, Ortodoncja Becker
Al. Armii Krajowej 193
43-309 Bielsko-Biała
e-mail: info@ortodoncjabecker.pl

Review of maxillary molar distalising appliances with palatal anchorage on mini-implants

znaleziono 37 artykułów opisujących dziewięć aparatów dystalizujących wzorowanych na trzech podstawowych konstrukcjach: Pendulum, Distal Jet i Keles Slider oraz aparat MCP. **Podsumowanie.** Aparaty dystalizujące oparte na podniebiennie umieszczonych miniimplantach nie powodują utraty zakotwienia segmentu przedniego. Na etapie retrakcji zębów przednich mogą służyć do stabilizacji zdystalizowanego segmentu. W porównaniu do aparatów zewnętrznych, czy tych umieszczanych na zewnętrznej stronie łuku zębowego, są bardziej dyskretne. Mogą być stosowane równocześnie z aparatem stałym, jak również jako przygotowanie do późniejszego leczenia aparatami stałymi. W zależności od konstrukcji, nie są wolne od skutków ubocznych: rotacji i przechylenia zębów trzonowych, typowych dla prototypów, z których się wywodzą. Najbardziej równoległe przemieszczenie dystalne zębów umożliwiają aparaty, w których siła działa na wysokości CR (center of resistance) przemieszczanych zębów. **(Sanecka M, Becker K, Greń A, Świerk M. Przegląd aparatów dystalizujących zęby trzonowe szczęki zakotwione podniebiennie na miniimplantach. Forum Ortod 2018; 14: 296-308).**

Nadesłano: 12.06.2018

Przyjęto do druku: 18.12.2018

Słowa kluczowe: dystalizacja zębów trzonowych, miniimplanty ortodontyczne, zakotwienie szkieletowe

Wstęp

Wady zgryzu są wynikiem zaburzeń szkieletowych, problemów wyrostkowo-zębowych lub połączenia ich obu, z równoczesnymi współzależnościami w płaszczyźnie strzałkowej, czołowej lub poziomej (1). Klasa II szkieletowa powstaje zwykle albo z powodu nadmiernego doprzedniego wzrostu szczęki, albo – deficytu wzrostu żuchwy. Może powodować zaburzenia czynności oraz wpływać na estetykę twarzy (2).

Wybór metody leczenia ortodontycznego pacjentów klasy II Angle'a zależy od typu twarzy, planowanej długości łuków zębowych, okresu rozwojowego, indywidualnych tendencji wzrostowych oraz potencjalnej współpracy pacjenta. Wskazaniem do leczenia ortodontycznego z zastosowaniem technik dystalizujących zęby trzonowe szczęki są przypadki z II klasą zębową przy prawidłowych warunkach szkieletowych; nieznacznie nasiloną szkieletową klasą II u pacjentów po zakończeniu wzrostu, jak również, gdy drugoklasowe relacje okluzyjne są konsekwencją mezjalnego przemieszczenia zębów bocznych w szczęce i towarzyszą stłoczeniom wtórnym. W przypadkach granicznych dystalizacja pomaga uniknąć ekstrakcji zębów przedtrzonowych. Typ twarzy mezocefalicznej lub brachycefalicznej są najbardziej odpowiednie do leczenia tą metodą. Przy wysokim kącie podstaw szczękowych dystalny

Pendulum, Distal Jet and Keles Slider, and the MCP appliance were identified. **Summary.** Distalising appliances supported by palatal mini-implants do not lead to loss of anchorage in the anterior segment. At the stage of anterior teeth retraction they can be used for stabilisation of the distalised segment. They are less visible compared to extraoral appliances or those placed on the external side of the dental arch. They can be used simultaneously with fixed braces or during preparation for subsequent therapy with fixed braces. Depending on the design, they are not free of the side effects typical of the prototypes they originate from, i.e. rotation and inclination of molars. The most parallel distal movement of teeth is made possible by appliances whose force acts at the height of the CR (centre of resistance) of teeth being moved. **(Sanecka M, Becker K, Greń A, Świerk M. Review of maxillary molar distalising appliances with palatal anchorage on mini-implants. Orthod Forum 2018; 14: 296-308).**

Received: 12.06.2018

Accepted: 18.12.2018

Key words: molar distalisation, orthodontic mini-implants, skeletal anchorage

Introduction

Malocclusions are the result of skeletal disorders, dentoalveolar problems or a combination of both these factors, with simultaneous interdependencies in the sagittal, frontal or transverse plane (1). Skeletal class II usually develops either because of excessive anterior growth of the maxilla, or because of a deficit in the growth of the mandible. It may cause dysfunctions and affect facial aesthetics (2).

The choice of a method of orthodontic treatment for patients with Angle class II depends on the facial type, planned length of dental arches, developmental period, individual growth trends, and potential cooperation with a patient. The indications for orthodontic treatment with the use of maxillary molar distalisation techniques include cases with dental class II and normal skeletal conditions; slightly intensified skeletal class II in patients after the end of growth, as well as when class II occlusal relations are a consequence of mesial displacement of lateral teeth in the maxilla and accompany secondary crowdings. In borderline cases, distalisation helps avoid the extraction of premolars. Mesocephalic or brachycephalic facial types are the most suitable for this method of treatment. With a high angle of the maxillary base, distal movement of maxillary molars favours the opening of the occlusion, therefore in such cases typical distalisation is not recommended (3).

The headgear extraoral appliance used since the beginning of the 20th century is the first appliance used for maxillary

ruch zębów trzonowych szczęki sprzyja otwieraniu się zgryzu, dlatego w takich przypadkach typowa dystalizacja nie jest zalecana (3).

Pierwszym aparatem wykorzystywanym m.in. w celu dystalizacji zębów trzonowych szczęki jest stosowany od początku XX wieku aparat zewnątrzustny Headgear. Przynosi on jednak działania niepożądane, takie jak: ekstruzja i dystalne nachylenie zębów trzonowych szczęki, a w konsekwencji dotylna rotacja żuchwy (2). Skuteczność jego działania jest zależna od współpracy pacjenta (2, 4, 5, 6).

Pierwszymi aparatami wewnątrzustnymi typu noncompliance, służącymi do dystalizacji zębów trzonowych, są aparaty wykorzystujące jako zakotwienie zęby własne pacjenta. Jednak oparcie na zębach powoduje nieuchronną utratę zakotwienia (7). Jednym ze sposobów na dodatkowe wzmocnienie zakotwienia jest wykorzystanie podniebiennych płyt akrylowych. Nie rozwiązuje to jednak całkowicie problemu, a dodatkowo utrudnia utrzymanie higieny pod płytą (3). Dopiero wprowadzenie do ortodoncji zakotwienia szkieletowego w postaci miniimplantów wyeliminowało bądź znacznie zmniejszyło utratę zakotwienia w odcinku przednim uzębienia. Miniśruby (Mini-Screw Implants, MSI) mogą wchodzić w skład konstrukcji aparatów służących do dotylnego przemieszczania zębów trzonowych (3, 8, 9, 10, 11).

molar distalisation, among others. However, it has undesirable effects, such as: extrusion and distal inclination of maxillary molars, and as a consequence, posterior rotation of the mandible (2). Its effectiveness depends on the patient's compliance (2, 4, 5, 6).

The first noncompliance intraoral appliances used for molar distalisation are appliances using the patient's own teeth as anchorage. However, support on teeth inevitably leads to loss of anchorage (7). One way to further strengthen the anchorage is to use acrylic palatal plates. However, this does not solve the problem completely, and it additionally makes it difficult to maintain hygiene under the plate (3). Only the introduction of skeletal anchorage in the form of mini-implants has eliminated or significantly reduced the loss of anchorage in the anterior section of the dentition. Miniscrews (Miniscrew Implants, MSI) may be part of appliances used for molar distalisation (3, 8, 9, 10, 11).

Tabela 1. Modyfikacje aparatu Pendulum oparte na MSI

Table 1. Modification of Pendulum appliance based on MSI

Nazwa Name	Opis aparatu Description of the appliance	Rysunek schematyczny Schematic diagram
BAPA-Bone Anchored Pendulum Appliance (Kircelli 2006)	<ul style="list-style-type: none"> • 1 MSI lub 2 MSI w przedniej okolicy podniebienia, bocznie od szwu podniebiennego • Płytkę Nance'a połączona z MSI za pomocą żywicy akrylowej utwardzanej na zimno w jamie ustnej pacjenta • Sprężyny TMA zamocowane w pierścieniach zębów trzonowych wywierają siłę dystalizującą <p>Cechy charakterystyczne</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utrudniona higiena pod płytką Nance'a- ryzyko stanu zapalnego wokół miniimplanu • Brak możliwości przekształcenia w aparat retencyjny (9,21,26). <p><i>1 MSI or 2 MSIs in the anterior palatal region, laterally from the midpalatal suture</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Nance button bonded to MSI with cold cure acrylic resin in the patient's oral cavity</i> • <i>TMA springs embedded in molar bands apply a distalising force</i> <p>Typical features</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Problems with hygiene under the Nance button – risk of inflammation around a mini-implant</i> • <i>It is not possible to transform it into a retention appliance (9,21,26).</i> 	Ryc. 1. Fig. 1.

Review of maxillary molar distalising appliances with palatal anchorage on mini-implants

Nazwa Name	Opis aparatu Description of the appliance	Rysunek schematyczny Schematic diagram
<i>Palatal Osseointegrated implants with pendulum springs (Oncag 2007)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 1 osteointegrujący się implant umieszczony parasagittalnie na wysokości zębów przedtrzonowych • Korona stalowa osadzona na miniimplancie za pomocą cementu glass-jonomerowego z przylutowanymi dwoma ramionami ze sprężynami 0,032" TMA • Sprężyny pendulum o sile 300 gr na obie strony <p>Cechy charakterystyczne</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wyeliminowanie płytki Nance'a umożliwiło łatwiejszą higienę. • Konieczność odroczenia obciążenia implantu do 10 tygodni (osteointegracja) • Dystalizacji towarzyszy dystalny tipping zębów trzonowych (9,10). <p><i>1 osseointegrated implant placed parasagittally at the level of premolars</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Steel crown placed on a mini-implant with glass-ionomer cement welded with two arms with 0.032" TMA springs</i> • <i>Pendulum springs with a force of 300 gr on both sides</i> 	Ryc. 2. Fig. 2.
<i>Skeletal Pendulum K (Kinzinger and Ludwig 2012)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Wykorzystanie elementów aparatu Pendulum (sprężyny 0,032"TMA lub SS) oraz śruby Hyrax (położonej wzdłuż szwu podniebiennego) połączonej z dolutowanymi wspornikami do MSI. • 2 MSI w okolicy szwu podniebiennego, w przedniej okolicy podniebienia <p>Cechy charakterystyczne</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktywacja w jamie ustnej pacjenta poprzez przekręcenie śruby Hyrax. Rozkręcanie przez 4-5 tyg. • Możliwość kontroli położenia zębów trzonowych podczas dystalizacji za pomocą helisy pendulum (9,27). <p><i>Using elements of the Pendulum appliance (0.032" TMA or SS springs) and Hyrax screw (located along the midpalatal suture) connected to supports welded to MSIs.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>2 MSIs in the region of the midpalatal suture, in the anterior palatal area</i> <p>Typical features</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Activation in the patient's oral cavity by turning the Hyrax screw. Turning for 4-5 weeks.</i> • <i>Possibility of checking the position of molars during distalisation with a pendulum helix (9,27).</i> 	Ryc. 3. Fig. 3.

Tabela 2. Modyfikacje aparatu distal jet oparte na MSI

Table 2. Modification of the Distal-jet appliance based on MSI

Nazwa Name	Opis aparatu Description of the appliance	Rysunek schematyczny Schematic diagram
<i>Skeletonized Distal Jet</i> (Kinzinger 2006)	<ul style="list-style-type: none"> • 2 MSI umieszczone w przedniej okolicy podniebienia, parasagitalnie połączone łukiem SS z zębami przedtrzonowymi (kompozytem typu flow) • Sprężyny teleskopowe na łuku biegnącym do pierścieni na zębach trzonowych dostarczając siłę 200gr na stronę • Łatwość przekształcenia w łuk utrzymujący efekt dystalizacji • Możliwość kontroli rotacji poprzez aktywację zagięć bagnetowych (9,28,29,30). <ul style="list-style-type: none"> • <i>2 MSIs placed in the anterior part of the palate, parasagittally connected via an SS arch with premolars (flow composite)</i> • <i>Telescopic springs on the arch running to the molar bands apply a force of 200 grams per side</i> • <i>Easy transformation into an arch to maintain the effects of distalisation</i> • <i>Possibility to control rotation by activating bayonet bends (9,28,29,30).</i> 	Ryc. 4. Fig. 4.
<i>TopJet</i> (Winsauer 2011)	<ul style="list-style-type: none"> • Zastosowano 2 MSI bocznie od szwu pośrodkowego • Aparat prefabrykowany: posiada: <ul style="list-style-type: none"> podwójne prowadnice: jedna aktywna- dystalizująca (power module) z otwartą sprężyną NiTi , druga do regulacji (adjustment module) umieszczone osiowo w podwójnej teleskopowej rurce , łuk TPA(dostępny w 7 rozmiarach) element w kształcie litery C do połączenia z MSI (C- clip) • Dostępne 2 zakresy sił: TopJet 250 (siła 250 gr) oraz TopJet 360 (Siła 360 gr) <p>Cechy charakterystyczne</p> <ul style="list-style-type: none"> • Możliwość dystalizacji jednostronnej (wtedy zastosowanie 1 MSI) • Uniknięcie etapów laboratoryjnych i umieszczenie aparatu na jednej wizycie • Maksymalna dystalizacja zębów trzonowych wynosi 14 mm (9,31). <ul style="list-style-type: none"> • <i>2 MSIs applied laterally from the midpalatal suture</i> • <i>Prefabricated appliance: with the following elements:</i> <ul style="list-style-type: none"> <i>double guides: one active – distalising (power module) with an open NiTi spring,</i> <i>the other for adjustment (adjustment module) placed axially in a double telescopic tube,</i> <i>TPA arc (available in 7 sizes)</i> <i>C-shaped element to be connected to MSI (C-clip)</i> • <i>2 force ranges available: TopJet 250 (force of 250 gr) and TopJet 360 (force of 360 gr)</i> <p>Typical features</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Possibility of one-side distalisation (1 MSI is used then)</i> • <i>Avoiding laboratory stages and appliance placement on one visit</i> • <i>Maximum molar distalisation is 14 mm (9,31).</i> 	Ryc. 5. Fig. 5.

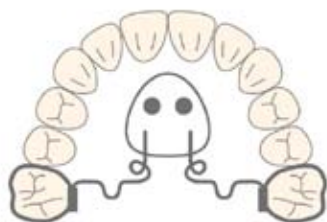
*Review of maxillary molar distalising appliances with palatal anchorage on mini-implants***Tabela 3. Modyfikacje aparatu Keles Slider oparte na MSI****Table 3. Modification of the Keles Slider appliance based on MSI**

Nazwa Name	Opis aparatu Description of the appliance	Rysunek schematyczny Schematic diagram
<i>Horseshoe jet</i> (Bowman 2006)	<ul style="list-style-type: none"> • 2 MSI umieszczone podniebiennie w okolicy przedtrzonowców, dowiązane ligaturą metalową do łuku • Łuk w kształcie podkowy połączony 2 dodatkowymi elementami z pierścieniami na pierwszych zębach trzonowych • Sprężyny NiTi działają z siłą 240 gr na stronę, aktywacja następuje poprzez napięcie sprężyn od strony mezialnej • Aktywacja 3-4 razy przez okres leczenia ok. 6-7 miesięcy do osiągnięcia nadkorekty klasy I na zębach trzonowych <p>Cechy charakterystyczne</p> <ul style="list-style-type: none"> • Łatwość przekształcania w aparat retencyjny • Możliwość jednoczesnej retrakcji zębów przednich • Możliwość reimplantacji bez konieczności zmiany aparatu (9,27,28). <p><i>2 MSIs placed palatally near premolars, tied with a metal ligature to the arch</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Horseshoe arch connected with 2 additional elements to first molar bands</i> • <i>NiTi springs act with a force of 240 gr per side, activation takes place through spring tension from the mesial side</i> • <i>Activation 3-4 times during the treatment period approx. 6-7 months to achieve overcorrection of Class I on molars</i> <p><i>Typical features</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Easy to convert into a retention appliance</i> • <i>Possibility of simultaneous retraction of anterior teeth</i> • <i>Possibility of reimplantation without the need to change the appliance (9,27,28).</i> 	Ryc. 6. Fig. 6.
<i>MISDS Mini-screw Implant Supported Distalization System</i> (Papadopoulos 2008)	<ul style="list-style-type: none"> • Część oporowa: 2 MSI umieszczone w przedniej okolicy podniebienia między kłami a pierwszymi zębami przedtrzonowymi parasagittalnie • Część aktywna: łuk stalowy podkowiasty 0,040"z 2 pętlami w miejscu MSI przechodzi przez położone wysoko rurki do wyciągu zewnątrzustnego dolutowane do pierścieni na zębach trzonowych od strony podniebiennej, otwarte sprężyny NiTi oraz śruby stopujące. • Sprężyny NiTi dostarczają siły ok. 200 gr na stronę <p>Cechy charakterystyczne</p> <ul style="list-style-type: none"> • Siła dystalizująca na poziomie CR zębów bocznych powodując czysty ruch równoległy eliminując dystalne nachylenie zębów trzonowych • Samoistne przesunięcie zębów przedtrzonowych i kłów do tyłu • Łatwe przekształcenie w aparat retencyjny umożliwiającą retrakcję zębów przednich (2,9,12,16,32). <p><i>Resistance part: 2 MSIs placed in the anterior part of the palate between the canines and first premolars parasagittally</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Active part: 0.040" horseshoe steel arch with 2 loops in place of MSI passes through highly located tubes to the extraoral traction, welded to molar bands from the palatal side, open NiTi springs and stopping screws.</i> • <i>NiTi springs apply a force of approx. 200 grams per side</i> <p><i>Typical features</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Distalising force at the level of CR of lateral teeth causing a clean parallel motion eliminating distal inclination of molars</i> • <i>Spontaneous movement of premolars and canines backwards</i> • <i>Easy conversion into a retention appliance allowing for retraction of anterior teeth (2,9,12,16,32).</i> 	Ryc. 7. Fig. 7.

Nazwa Name	Opis aparatu Description of the appliance	Rysunek schematyczny Schematic diagram
<i>Beneslider</i> (Wilmes and Drescher 2008)	<ul style="list-style-type: none"> • 2 MSI (Benefit) umieszczone w przedniej okolicy podniebienia parasagitalnie • Prefabrykowany system Beneslider: płytka Beneplate, rurka wsuwane do szlufki pierścienia na trzonowcu- Benetube sliding hook, stopery- Benetube locks, łuk stalowy w kształcie podkowy • Sprężyny działają z siłą 240 g na stronę <p>Cechy charakterystyczne</p> <ul style="list-style-type: none"> • Równoległy ruch dystalny trzonowców • Duże i zmienne tarcie powoduje relatywnie długi czas leczenia około 8-10 miesięcy aby uzyskać przesunięcie 4-5 mm • Brak etapu laboratoryjnego • Umieszczenie aparatu na jednej wizycie (9,33,34,35,36). <ul style="list-style-type: none"> • <i>2 MSIs (Benefit) placed in the anterior part of the palate, parasagittally</i> • <i>Prefabricated Beneslider system: Beneplate, tube inserted into the band loop on a molar – Benetube sliding hook, stoppers – Benetube locks, steel horseshoe arch</i> • <i>The springs apply a force of 240 g per side</i> • <i>Typical features</i> • <i>Parallel distal movement of molars</i> • <i>Large and variable friction causes relatively long treatment time of about 8–10 months to obtain a shift of 4–5 mm</i> • <i>No laboratory stage</i> • <i>Appliance placement on one visit (9,33,34,35,36).</i> 	Ryc. 8. Fig. 8.
<i>Dual force distalizer</i> (Oberti 2009)	<ul style="list-style-type: none"> • 2 MSI umieszczone wzdłuż szwu podniebiennego • Płyta akrylowa z dwoma otworami, przez które wprowadza się miniimplanty oraz czterema łukami z drutu 0,028 SS na wysokości koron zębów (2 policzkowe, 2 podniebienne), • Ramiona umieszczone w rurce o średnicy 0,045 cala przylutowanej po stronie policzkowej i podniebiennej pierścieni zębów trzonowych • 4 sprężyny NiTi o sile 250-300 g, 4 stopery mezialne służące do aktywacji oraz 4 stopery dystalne w celu ograniczenia przesuwania zębów <p>Cechy charakterystyczne</p> <ul style="list-style-type: none"> • Po dystalizacji usuwane są łuki policzkowe, a pozostała aparatu służy zakotwieńniu podczas retrakcji. • Siła działa poniżej CR dystalizowanych zębów, co powoduje ich dystoinklinację (9,37). <ul style="list-style-type: none"> • <i>2 MSIs placed along the palatal suture</i> • <i>Acrylic plate with two holes through which mini-implants are inserted, and four 0.028 SS wire arches at the height of teeth crowns (2 buccal, 2 palatal),</i> • <i>Arms are placed in a 0.045 inch diameter tube welded on the buccal and palatal side of molar bands</i> • <i>4 NiTi springs with a force of 250–300 g, 4 mesial stoppers for activation and 4 distal stoppers to limit tooth movement</i> <p>Typical features</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>After distalisation, buccal archwires are removed and the rest of the appliance is used for anchorage during retraction.</i> • <i>The force acts below the CR of the teeth undergoing distalisation, resulting in their distal inclination (9,37).</i> 	Ryc. 9. Fig. 9.

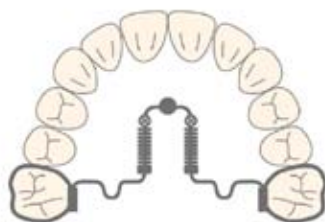
Review of maxillary molar distalising appliances with palatal anchorage on mini-implants

BAPA



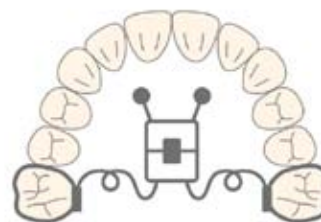
Rycina 1. BAPA

Palatal Osseointegrated Implants with pendulum springs



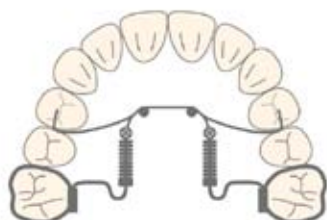
Rycina 2. Palatal Osseointegrated implants with pendulum springs

Pendulum K



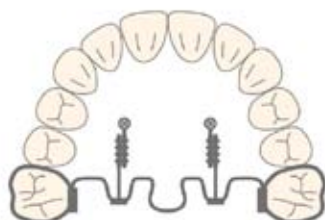
Rycina 3. Pendulum K

Skeletonized Distal Jet



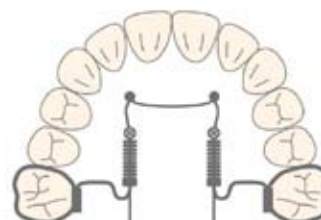
Rycina 4. Skeletonized Distal Jet

Top Jet



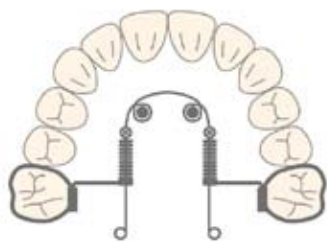
Rycina 5. Top Jet

Horseshoe Jet



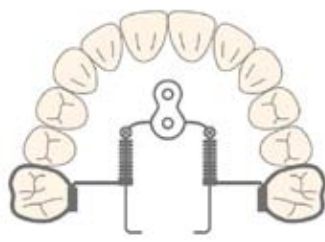
Rycina 6. Horseshoe Bowman

MISDS



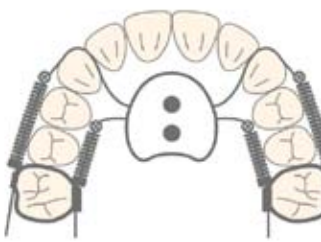
Rycina 7. MISDS

Beneslider



Rycina 8. Beneslider

Dual Force Distalizer



Rycina 9. Dual Force Distalizer

MCPP



Rycina 10. MCPP

Cel

Celem pracy jest przybliżenie problematyki aparatów stosowanych do dystalizacji zębów trzonowych szczęki opartych na zakotwieniu kostnym w rejonie podniebienia twardego, na podstawie przeglądu piśmiennictwa z lat 1996–2018.

Aim

The aim of this paper is to present issues associated with appliances used for maxillary molar distalisation that are based on bone anchorage in the hard palate region, on the basis of a review of literature from 1996–2018.

Material i metody

Przegląd piśmiennictwa przeprowadzono, wykorzystując bazę PubMed oraz Polską Bibliografię Lekarską, opierając się na słowach kluczowych: dystalizacja zębów trzonowych, miniimplanty ortodontyczne, szkieletowe zakotwienie. Dokonano wyboru prac opublikowanych do 2018 roku. Wybrano i przeanalizowano 37 pozycji piśmiennictwa opisujących zagadnienia odpowiadające celom pracy.

Kryteriami włączenia były:

- Prace oparte na badaniach na ludziach, publikowane w języku polskim i angielskim.
- Artykuły prezentujące dokładny opis budowy aparatów do dystalizacji.
- Oryginalne badania prospektywne i retrospektywne z opisami pojedynczych przypadków.

Kryteriami wyłączenia były:

Prace oparte na badaniach *in vitro* oraz na zwierzętach.

Wyniki i dyskusja

W wyniku przeglądu literatury znaleziono 37 artykułów opisujących dziewięć aparatów dystalizujących wzorowanych na trzech podstawowych konstrukcjach: Pendulum, Distal Jet i Keles Slider oraz aparat MCPP (Ryc. 10).

Konwencjonalne aparaty do dotylnego przemieszczania zębów trzonowych posiadają podstawową wadę, jaką jest utrata zakotwienia, która manifestuje się mezjalną wędrownką zębów przedtrzonowych, protruzją zębów siecznych, zwiększeniem szpary przednio-tylnej, dystalnym nachyleniem, ekstruzją oraz dystalną rotacją zębów trzonowych. Te niepożądane efekty występują także, gdy oprócz zębów pacjenta dodatkowo stosuje się podniebienne płyty akrylowe Nance (aparat pendulum) (2, 4, 7, 12, 13).

W celu zminimalizowania lub niedopuszczenia do utraty zakotwienia w przednim odcinku łuku zębowego stosuje się elementy zakotwienia kostnego połączone w różny sposób z konstrukcją aparatu służącego do dotylnego przemieszczania zębów trzonowych (3, 8, 9, 10, 11). Miniśruby stanowią stabilne zakotwienie względem sił ortodontycznych przemieszczających zęby w kierunku zaplanowanym przez ortodontę. Dodatkową korzyścią jest ponadto skrócenie czasu leczenia ortodontycznego (2).

Czynnikami wpływającymi na stabilizację implantów ortodontycznych są m.in.: grubość warstwy korowej kości, grubość i jakość błony śluzowej oraz odległość od korzeni zębów sąsiadujących ze śrubą. Grubsza warstwa kości zbita, skeratynizowana, przytwierdzona błona śluzowa, a także bezpieczna odległość (min. 0,5 mm) od korzeni, mają korzystny wpływ na powodzenie leczenia (14, 15).

Miniimplanty stosowane w celu dystalizacji mogą być umieszczone zarówno w przedsionku jamy ustnej, jak i od strony podniebienia. Zarówno zabieg implantacji w przedsionku jamy ustnej, jak i przemieszczenia zębów niosą ryzyko uszkodzenia korzeni zębów sąsiadujących z MSI.

Material and methods

The literature review was carried out using the PubMed database and the Polish Medical Bibliography with the following key words: molar distalisation, orthodontic mini-implants, skeletal anchorage. Papers published until 2018 were selected. 37 papers presenting the issues corresponding to the objectives of the paper were then selected and analysed.

The inclusion criteria were as follows:

- Papers based on human studies, published in Polish and English.
- Articles presenting a detailed description of the construction of appliances used for distalisation.
- Original prospective and retrospective studies with descriptions of case studies.

The exclusion criteria were as follows:

Papers based on *in vitro* and animal studies.

Results and discussion

As a result of the literature review, 37 articles describing nine distalising appliances modelled on three basic constructions: Pendulum, Distal Jet and Keles Slider, and the MCPP appliance were identified (Fig. 10).

Conventional appliances for molar distalisation have a typical drawback, namely the loss of anchorage, which is manifested as mesial migration of premolars, incisal protrusion, increase in the anterior-posterior space, distal inclination, extrusion and distal rotation of molars. These adverse effects are also present when Nance palatal acrylic plates (pendulum appliance) are used in addition to the patient's teeth (2, 4, 7, 12, 13).

In order to minimise or prevent the loss of anchorage in the anterior region of the dental arch, bone anchorage elements are used, and they are connected to a molar distalising appliance in different ways (3, 8, 9, 10, 11). Miniscrews provide stable anchorage in relation to orthodontic forces moving teeth in the direction planned by an orthodontist. Shortening of time of orthodontic treatment is also an additional benefit (2).

Factors affecting stabilisation of orthodontic implants include the following, among others: thickness of the cortical bone layer, thickness and quality of the mucous membrane and the distance from the roots of teeth adjacent to the screw. A thicker layer of the keratinised compact bone, attached mucosa, as well as a safe distance (min. 0.5 mm) from the roots, all have a beneficial effect on the success of treatment (14, 15).

Mini-implants used for distalisation can be placed both in the vestibule of the oral cavity and on the palatal side. Implantation in the oral vestibule and tooth displacement both carry the risk of damaging the roots of teeth adjacent to MSI. In addition, the mobile mucosa of the oral vestibule makes it difficult to maintain hygiene in the MSI area, which

Review of maxillary molar distalising appliances with palatal anchorage on mini-implants

Dodatkowo, ruchoma błona śluzowa przedstonka jamy ustnej utrudnia utrzymanie higieny w okolicy MSI, co sprzyja utracie stabilności miniimplantu (nawet w 25 proc.) (10, 14). Tych czynników ryzyka możemy uniknąć, używając „przeźrzeni bezkorzeniowych”, takich jak podniebienie twarde, guzowatość szczęki czy okolica łuku kości jarzmowej. Anatomicznie najdogodniejszą lokalizacją dla miniimplanów jest okolica przednia podniebienia twardego (4, 14, 16), zarówno ze względu na grubszą warstwę blaszki korowej kości, jak i na obecności związanej błony śluzowej. Ryzyko utraty miniimplantów umieszczonych w tej okolicy jest najmniejsze (17). Nie występuje tu również ryzyko kontaktu z korzeniami przesuwanych zębów, dlatego zakres możliwej dystalizacji jest zwykle większy, w porównaniu z zastosowaniem miniimplantów po stronie przedstonkowej (8, 14, 18). Ponadto przekrój kości w rzucie pierwszych i drugich zębów przedtrzonowych w odległości 5 mm od szwu pośrodkowego jest optymalny dla umieszczenia miniimplantów, bez ryzyka penetracji kanału przysiecznego czy jamy nosowej (19, 20).

Obecnie stosowane aparaty do dystalizacji zakotwione na miniśrubach są wzorowane głównie na wewnątrzustnych aparatach dystalizujących Pendulum, Distal Jet oraz Keles Slider.

Aparat Pendulum został wynaleziony w 1992 roku przez Hilgersa (5). W jego skład wchodzi: płytka akrylowa Nance'a, przymocowana do pierwszych i drugich zębów przedtrzonowych, dwie sprężyny TMA 0,032", zamocowane z jednej strony do płytki Nance'a, a z drugiej do rurek na podniebiennej powierzchni pierścieni pierwszych zębów trzonowych. Sprężyny TMA są aktywowane o około 60 stopni, uzyskując siłę dystalizującą 230 gram na stronę łuku zębowego (8, 10, 21). Modyfikacje aparatu Pendulum, tj. Bone Anchored Pendulum Appliance – BAPA (Kircelli 2006), Palatal Osseointegrated Implants with Pendulum Springs (Oncag 2007) oraz Skeletal Pendulum K (Kinzinger i Ludwig 2012) przedstawia tabela nr 1.

Carano i Testa zaprojektowali w 1995 roku aparat Distal Jet (American Orthodontics, Sheboygan, Wis), który doczekał się bardzo szerokiego użycia klinicznego i wielu modyfikacji. Oryginalna wersja jest zbudowana z płytki Nance'a; pierścieni osadzonych na pierwszych zębach przedtrzonowych (połączonych na sztywno łukiem z płytką) i pierwszych zębach trzonowych; dwóch sprężyn NiTi lub stalowych wbudowanych w teleskopowe rurki o przekroju 0,036", połączonych za pomocą bagnetowo dogiętego łuku stalowego z rurkami podniebiennymi pierścieni pierwszych zębów trzonowych. Rurki teleskopowe przebiegają na wysokości środka oporu zębów trzonowych. Śruby aktywujące sprężyny są umieszczone na każdej rurce. Ściśnięcie sprężyny wyzwala siłę ortodontyczną przemieszczającą dystalnie zęby trzonowe (9, 22). Aparaty o podobnej konstrukcji opartej na MSI: Skeletonized Distal Jet (Kinzinger 2006) oraz Top Jet (Winsauer 2011) zostały przedstawione w tabeli nr 2.

favours the loss of mini-implant stability (even up to 25%) (10, 14). These risk factors can be avoided by using "rootless areas" such as the hard palate, the maxillary tuberosity, or the areas of the zygomatic arch. From an anatomical point of view, the most convenient location for mini-implants is the anterior part of the hard palate (4, 14, 16); it is associated with a thicker layer of the cortical bone and the presence of attached mucosa. The risk of loss for mini-implants placed in this area is lowest (17). In this area, there is also no risk of contact with the roots of teeth undergoing movement, so the range of possible distalisation is usually greater, compared to the use of mini-implants on the vestibular side (8, 14, 18). In addition, the bone cross-section in the projection of first and second premolars at a distance of 5 mm from the midpalatal suture is optimal for the placement of mini-implants, and there is no risk of penetration of the incisive canal or nasal cavity (19, 20).

Current miniscrew-supported distalising appliances are modelled mainly on intraoral distalising appliances such as Pendulum, Distal Jet and Keles Slider.

The Pendulum appliance was invented in 1992 by Hilgers (5). It consists of: a Nance acrylic plate attached to first and second premolars, two 0.032" TMA springs, fixed to the Nance button on one side and to the tubes on the palatal surface of first molars bands on the other side. The TMA springs are activated by about 60 degrees, resulting in a distalisation force of 230 grams per side of the dental arch (8, 10, 21). Table 1 presents modifications of the Pendulum appliance, i.e. Bone Anchored Pendulum Appliance – BAPA (Kircelli 2006), Palatal Osseointegrated Implants with Pendulum Springs (Oncag 2007) and Skeletal Pendulum K (Kinzinger and Ludwig 2012).

In 1995, Carano and Testa designed the Distal Jet appliance (American Orthodontics, Sheboygan, Wis) that has been used by clinicians widely, and has many modifications. The original version consists of a Nance button; bands embedded on first premolars (fixed to the plate with an arch) and first molars; two NiTi springs or steel springs embedded into the 0.036" telescopic tubes, connected by means of a bayonet bent steel arch with palatal tubes of first molars bands. Telescopic tubes run at the height of the centre of resistance of the molars. Screws used to activate springs are located on each tube. Compression of a spring applies an orthodontic force that moves the molars distally (9, 22). Table 2 presents appliances of a similar design based on MSI: Skeletonized Distal Jet (Kinzinger 2006) and Top Jet (Winsauer 2011).

In 2001, Keles designed the appliance, which was named Keles Slider after him. It consists of a larger Nance button (with an anterior bite plane) located in the anterior part of the hard palate, connected by a 0.040" steel arch, with two bands on first premolars, and two 0.040" steel arches perpendicular to the Nance button, inserted into 0.045"

Keles w 2001 roku zaprojektował aparat, który otrzymał od nazwiska autora nazwę Keles Slider. Jest on skonstruowany z rozbudowanej płytki Nance'a (z płaszczyzną nagryzową przednią) umieszczonej w przedniej części podniebienia twardego, połączonej łukiem stalowym o średnicy 0,040", z dwoma pierścieniami na pierwszych zębach przedtrzonowych, oraz z dwóch łuków stalowych o średnicy 0,040" odchodzących prostopadle od płytki Nance'a, wprowadzonych do rurek o średnicy 0,045" na pierścieniach pierwszych zębów trzonowych. Rurki te są umieszczone równoległe do płaszczyzny okluzji oraz dolutowane 5 mm dowierzchołkowo w stosunku do brzegu dziąsłowego trzonowców. Na łukach za płytką Nance'a są zamocowane śruby stopujące oraz sprężyny NiTi wyzwalające siłę 200 gramów. Na zakończeniu łuku doginana jest helisa zapobiegająca wysunięciu łuku z rurki. Zaletą zastosowania rozbudowanej płytki Nance'a rozklinowującej zgryz, oprócz wzmocnienia zakotwienia, jest również dyskuzja odcinków bocznych uzębienia, co ułatwia przesuwanie zębów trzonowych. Dodatkowo sprzyja to spłycaaniu nagryzu w odcinku przednim uzębienia (22, 23). Aparaty wzorowane na konstrukcji Keles, zakotwione na MSI: Horseshoe Jet (Bowman 2006), Miniscrew Implant Supported Distalization System – MISDS (Papadopoulos 2008), Beneslider (Wilmes i Drescher 2008) oraz Dual Force Distalizer (Oberti 2009) są opisane w tabeli nr 3.

W celu eliminacji utraty zakotwienia konstrukcje aparatów opartych na budowie aparatu Distal Jet, Pendulum czy Keles Slider zostały w różny sposób połączone z miniimplantami. Uzyskano to dzięki połączeniu pierścieni na zębach przedtrzonowych bezpośrednio lub przez płytkę Nance'a z miniimplantami (zakotwienie pośrednie) lub też przez całkowite zakotwienie aparatu na miniśrubach (zakotwienie bezpośrednie) (9). W przypadku zakotwienia bezpośredniego uzyskuje się często spontaniczne przemieszczenie zębów przedtrzonowych, jako konsekwencję dystalnego przesunięcia zębów trzonowych. Ten rodzaj zakotwienia można również wykorzystać dla dystalizacji en-masse górnego łuku zębowego.

Aparatem o zupełnie innej konstrukcji, chociaż również opartym na zakotwieniu kostnym na podniebieniu, jest wprowadzony przez Parka Modified C – palatal plate MCP, w którym zastosowano zakotwienie bezpośrednie na miniimplantach (18). Stosowanie aparatu jest rekomendowane w celu dystalizacji górnych zębów trzonowych lub dystalizacji całego łuku i daje dobrą kontrolę pozycji korzeni (18). Swoją budową i metodą przenoszenia siły dystalizującej odróżnia się od wcześniej opisanych aparatów opartych na podniebieniu umieszczonych miniimplantach. MCP składa się ze zredukowanej metalowej płytki z trzema otworami ulokowanymi w rejonie szwu podniebiennego pomiędzy drugim zębem przedtrzonowym a pierwszym zębem trzonowym, dopasowanymi wielkością do główek miniimplantów oraz z dwóch ramion, które są skierowane w kierunku łuku zębowego. Ramiona posiadają po trzy nacięcia zaprojektowane tak, aby zapewnić wybrany kierunek siły oraz zwiększyć zakres działania elementów elastycznych lub

tubes on first molar bands. These tubes are placed parallel to the occlusion plane and welded at 5 mm to the top to the gingival margin of molars. On the arches behind the Nance button there are stopping screws and NiTi springs applying a force of 200 grams. At the tip of the archwire, a helix is bent to prevent the arch from being pulled out of the tube. The advantage of using a larger Nance button that splits the occlusion is not only to support anchorage but also to provide disclusion of lateral sections of the dentition, which makes it easier to move the molars. In addition, it favours a shallow bite in the anterior part of the dentition (22, 23). Table 3 presents MSI-supported appliances based on the Keles design: Horseshoe Jet (Bowman 2006), Miniscrew Implant Supported Distalization System – MISDS (Papadopoulos 2008), Beneslider (Wilmes and Drescher 2008) and Dual Force Distalizer (Oberti 2009).

In order to eliminate anchorage loss, construction of appliances based on the Distal Jet, Pendulum or Keles Slider has been combined with mini-implants in different ways. This has been achieved by connecting premolar bands either directly or via the Nance button with mini-implants (indirect anchorage) or by completely anchoring the appliance on miniscrews (direct anchorage) (9). In the case of direct anchorage, spontaneous displacement of premolars is often achieved as a consequence of molar distalisation. This type of anchoring can also be used for en-masse distalisation of the upper dental arch.

Modified C – palatal plate MCP that has been introduced by Park is the appliance of a completely different design, although also based on bone anchorage on the palate, and it uses direct anchorage on mini-implants (18). The use of an appliance is recommended for distalisation of upper molars or for distalisation of the entire arch, and it gives good control over the position of the roots (18). Its construction and method of applying a distalising force differs from the previously described appliances that are supported by palatal mini-implants. The MCP consists of a smaller metal plate with three holes located in the midpalatal suture area between the second premolar and the first molar, its size is matched to mini-implants' heads, and two arms, which are directed towards the dental arch. The arms have three notches each, designed to provide a chosen direction of a force and to increase the range of action of elastic elements or springs (18). By using the notches farthest from the teeth, we would achieve better control over the vertical dimension and a more parallel movement of the molar root (24). The value of force used for distalisation of the whole arch is 300 g/side. Elastic elements (closed springs) are placed between selected notches on the arch of the MCP appliance and hooks placed on the palatal arch, and are welded to the palatal surface of first molar bands (18, 25).

Review of maxillary molar distalising appliances with palatal anchorage on mini-implants

sprężyn (18). Stosując nacięcia położone najdalej od zębów, osiągniemy lepszą kontrolę wymiaru pionowego oraz bardziej równoległy ruch korzenia zęba trzonowego (24). Wielkość siły stosowanej do dystalizacji całego łuku wynosi 300 g/stronę. Elementy elastyczne (zamknięte sprężynki) są umieszczone pomiędzy wybranymi nacięciami na łuku aparatu MCPP oraz haczykami umieszczonymi na łuku podniebiennym, dolutowanym do podniebiennej powierzchni pierścieni pierwszych zębów trzonowych (18, 25).

Podsumowanie

Zaletami aparatów dystalizujących zęby trzonowe szczęki opartych na zakotwieniu kostnym (miniśrubach) są:

1. Miniimplanty, które umieszczone podniebienne umożliwiają projektowanie różnorodnych konstrukcji aparatów do dystalizacji zębów trzonowych. W zależności od konstrukcji nie są jednak wolne od skutków ubocznych typowych dla prototypów, z których się wywodzą, tj. rotacji i przechylenia zębów. Najbardziej równoległe przesunięcia zębów umożliwiają aparaty, których siła działa na wysokości CR (center of resistance) przemieszczanych zębów.
2. Aparaty dystalizujące mogą być stosowane równocześnie z aparatem stałym lub na początku leczenia, jako przygotowanie do późniejszej terapii.
3. Umożliwiają skuteczną dystalizację zębów trzonowych bez utraty zakotwienia segmentu przedniego. Zakotwienie podniebienne skutecznie eliminuje działania uboczne planowanych przesunięć zębowych.
4. Istnieje możliwość przekształcenia dystalizatora w aparaty stabilizujące zęby, zdystalizowane na etapie retrakcji zębów przednich.
5. Aparaty, w których miniśruby wykorzystuje się jako zakotwienie bezpośrednie, pozwalają na dystalny dryf zębów przedtrzonowych.

Summary

The advantages of appliances for maxillary molar distalisation based on bone anchorage (mini-screws) include:

1. Mini-implants, which are placed palatally, enable to design various constructions of appliances for molar distalisation. However, depending on the design, they are not free of the side effects typical of the prototypes they originate from, i.e. rotation and inclination of teeth. The most parallel movement of teeth is made possible by appliances whose force acts at the height of the CR (centre of resistance) of teeth being moved.
2. Distalising appliances can be used simultaneously with fixed braces or at the beginning of treatment, as preparation for subsequent therapy.
3. They enable effective molar distalisation without the loss of anchorage of the anterior segment. Palatal anchorage effectively eliminates side effects of planned tooth movements.
4. It is possible to transform a distalising appliance into a stabilisation appliance for teeth that have been distalised at the stage of retraction of anterior teeth.
5. Appliances with mini-screws used as direct anchorage allow for distal drift of premolars.

Piśmiennictwo / References

1. Hourfar J, Ruff CJ, Wilmes B, Ludwig B, Kanavakis G. Rapid Maxillary Expansion and Upper-Molar Distalization with a miniscrew-Supported Hybrid Appliance. *J Clin Orthod* 2016; 50: 476-84.
2. Antoszevska-Smith J. Zakotwienie szkieletowe w leczeniu ortodontycznym. Elamed 2014.
3. Nanda R. Estetyka i biomechanika w ortodoncji. Elsevier 2015.
4. Gelgör IE, Büyükyılmaz T, Karaman AI, Dolanmaz D, Kalayci A. Intraosseous Screw-Supported Upper Molar Distalization. *Angle Orthod* 2004; 74: 838-50.
5. Gandhi V, Mehta F, Parekh H, Agrawal M. A new appliance for efficient molar distalization. *J Clin Orthod* 2017; 51: 738-47.
6. Kang SJ, Kim HH, Hwang HS, Lee KM. Immediate changes in the mandibular dentition after maxillary molar distalization using headgear. *Korean J Orthod* 2017; 47: 142-7.
7. Ghosh J, Nanda RS. Evaluation of an intraoral maxillary molar distalization technique. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996; 110: 639-46.
8. Huanca Ghislanzoni LT, Piepoli C. Upper molar distalization on palatal miniscrews: an easy to manage palatal appliance. *Progress in Orthod* 2012; 78-83.
9. Zymperdikas V, Papadopoulos M. Contemporary applications of orthodontic miniscrew implants for the treatment of Class II malocclusion. *Hell Orthod Rev* 2012; 15: 15-61.

10. Oncag G, Akyalcin S, Arıkan F. The effectiveness of a single osteointegrated implant combined with pendulum springs for molar distalization. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007; 131: 277-84.
11. Wilmes B, Katyal V, Drescher D. Mini-implant-borne Pendulum B appliance for maxillary molar distalisation: design and clinical procedure. *Aust Orthod J* 2014; 30: 230-9.
12. Papadopoulos MA. Orthodontic treatment for the Class II non-compliant patient: Current principles and techniques. Elsevier 2006.
13. Park ChO, Sa'aed NL, Bayome M, Park JH, Kook YA, Park YS, Han SH. Comparison of treatment effects between the modified C-palatal plate and cervical pull headgear for total arch distalization in adults. *Korean J Orthod* 2017; 47: 375-83.
14. Ludwig B, Glasl B, Bowman SJ, Wilmes B, Kinzinger SM, Lisson JA. Anatomical Guidelines for Miniscrew Insertion: Palatal Sites. *J Clin Orthod* 2011; 45: 433-41.
15. Gracco A, Luca L, Cozzani M, Siciliani G. Assessment of palatal bone thickness in adults with cone beam computerised tomography. *Aust Orthod J* 2007; 23: 109-13.
16. Papadopoulos M, Tarawneh F. The use of miniscrew implants for temporary skeletal anchorage in orthodontics: A comprehensive review. *Oral Surgery oral Med Oral Pathology Oral Radiol Endod* 2007; 103: 6-15.
17. Kim YH, YangSM, Kim S, Lee JY, Gianelly AA. Midpalatal miniscrews for orthodontic anchorage: factors affecting clinical success. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 137: 66-72.
18. Lee S, Abbas N, Bayome M, Baik U-B, Kook Y-A, Hong M, Park J H. Comparison of treatment effects of total arch distalization using modified C-palate plate vs buccal miniscrews. *Angle Orthod* 2018; 88: 45-51.
19. Kim YJ, Lim SH, Gang SN. Comparison of cephalometric measurements and cone-beam computed tomography-based measurements of palatal bone thickness. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2014; 145: 165-72.
20. Baumgaertel S. Quantitative investigation of palatal bone depth and cortical bone thickness for mini-implant placement in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 136: 104-8.
21. Cambiano AO, Janson G, Fuziy A, Garib DG, Lorenzoni DG. Changes consequent to maxillary molar distalization with the bone-anchored pendulum appliance. *J Orthod Sci* 2017; 6: 141-6.
22. Carano A, Testa M. The Distal Jet for upper molar distalization. *J Clin Orthod* 1996; 30: 374-80.
23. Keles A. Maxillary unilateral molar distalization with sliding mechanics: a preliminary investigation. *Eur J Orthod* 2001; 23: 501-15.
24. Kook Y, Park J, Bayome M, Jung Ch. Y, Kim Y, Kim S. Application of palatal plate for nonextracion treatment in an adolescent boy with severe overjet. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2017; 152: 859-69.
25. Park CO, Sa'aed N L, Bayome M, Park JH, Kook YA, Park YS, Han SH. Comparison of treatment effects between the modified C- palatal plate and cervical pull headgear for total arch distalization in adults. *Korean J Orthod* 2017; 47: 375-83.
26. Kircelli BH, Pektas ZO, Kircelli C. Maxillary molar distalization with a bone-anchored pendulum appliance. *Angle Orthod* 2006; 76: 650-9.
27. Wilmes B, Katyal V, Drescher D. Mini-implant-borne Pendulum B appliance for maxillary molar distalisation: design and clinical procedure. *Aust Orthod J* 2014; 30: 230-9.
28. Kinzinger GS, Gulden N, Yildizhan F, Diedrich PR. Efficiency of a skeletonized distal jet appliance supported by miniscrew anchorage for noncompliance maxillary molar distalization. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 136: 578-86.
29. Kinzinger GS, Diedrich PR, Bowman SJ. Upper molar distalization with a miniscrew-supported Distal Jet. *J Clin Orthod* 2006; 40: 672-8.
30. Bowman S.J. Upper –Molar Distalization and the Distal Jet. *J Clin Orthod* 2016; 50: 159-69.
31. Winsauer H, Muchitsch AP, Winsauer C, Milnes R, Vlachojannis J, Walter A. The TopJet for Routine Bodily Molar Distalization. *J Clin Orthod* 2013; 47: 96-107.
32. Papadopoulos M. Orthodontic treatment of Class II malocclusion with miniscrew implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008; 134: 1-16.
33. Wilmes B, Drescher D. A miniscrew system with interchangeable abutments. *J Clin Orthod* 2008; 42: 574-80.
34. Wilmes B, Drescher D, Nienkemper M. A miniplate system for improved stability of skeletal anchorage. *J Clin Orthod* 2009; 43: 494-501.
35. Wilmes B, Drescher D. Application and effectiveness of Beneslider: a device to move molars distally. *World J Orthod* 2010; 11: 331-40.
36. Wilmes B, Nienkemper M, Ludwig B, Chung HK, Pauls A, Drescher D. Esthetic Class II Treatment with the Beneslider and Aligners; *J Clin Orthod* 2012; 7: 390-8.
37. Oberti G, Villegas C, Ealo M, Palacio JC, Baccetti T. Maxillary molar distalization with the dual-force distalizer supported by mini-implants: A clinical study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 135: 1-5.