







Ocena skuteczności szybkiej ekspansji szczęki wspomaganiej mikroimplantami u pacjentów w późnym wieku młodzieńczym oraz wśród pacjentów dorosłych – przegląd piśmiennictwa

Evaluating the efficacy of microimplant-assisted rapid maxillary expansion in late adolescent and adult patients – a literature review

Ewelina Katarzyna Banak¹ 
Agnieszka Lasota²    (ORCID ID: 0000-0003-3654-3042)
Monika Blicharz³  

Wkład autorów:  Plan badań  Zbieranie danych  Analiza statystyczna  Interpretacja danych
 Redagowanie pracy  Wyszukiwanie piśmiennictwa

Authors' Contribution:  Study design  Data Collection  Statistical Analysis  Data Interpretation
 Manuscript Preparation  Literature Search

¹ Poradnia Ortopedii Szczękowej, Uniwersyteckie Centrum Stomatologii w Lublinie
Outpatient Clinic of Jaw Orthopedics, University Center for Dentistry in Lublin

² Zakład Ortopedii Szczękowej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie
Department of Jaw Orthopedics, Medical University of Lublin

³ Prywatna praktyka w Lublinie
Private practice in Lublin

Streszczenie

Szybka ekspansja podniebienia wspomaganą mikroimplantami (MARPE) stanowi innowacyjne podejście do leczenia poprzecznego niedoboru szczęki. W prezentowanym przeglądzie piśmiennictwa oceniono skuteczność MARPE

Abstract

Microimplant-assisted rapid palatal expansion (MARPE) is an innovative approach to treating transverse maxillary deficiency. The presented literature review evaluated the MARPE effectiveness in late adolescent and adult patients

Adres do korespondencji/*Correspondence address:*

Ewelina Katarzyna Banak
Poradnia Ortopedii Szczękowej, Uniwersyteckie Centrum Stomatologii w Lublinie
e-mail: ebanak@ucs.lublin.pl



Copyright: © 2005 Polish Orthodontic Society. This is an Open Access journal, all articles are distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), allowing third parties to copy and redistribute the material in any medium or format and to remix, transform, and build upon the material, provided the original work is properly cited and states its license.

u pacjentów w późnym wieku młodzieńczym i dorosłych kwalifikowanych na podstawie obrazu anatomii szczęki w tomografii komputerowej CBCT. **Cel.** Celem badania jest obiektywna ocena skuteczności metody MARPE w leczeniu poprzecznego niedoboru szczęki u pacjentów w zaawansowanym wieku rozwojowym po analizie CBCT szczęki. **Materiał i metody.** Wyszukiwano publikacje w bazach danych PubMed i Google Scholar dostępne od 2014 roku do września 2023 roku. Frazy wyszukiwania obejmowały: "miniscrew-assisted rapid palatal expansion," "microimplant assisted rapid palatal expansion," "MARPE CBCT" oraz "MARME". **Wyniki.** W przeglądzie piśmiennictwa zakwalifikowano 13 badań spośród początkowych 172 artykułów, w których analizowano skuteczność metody MARPE w leczeniu poprzecznego niedoboru szczęki u pacjentów w wieku 15 lat i starszych. Artykuły obejmowały głównie badania kontrolne retrospektywne i prospektywne oraz jedno prospektywne kliniczne badanie kohortowe. Grupy pacjentów wahały się między 19 a 50 uczestników. Analizowane artykuły zostały opublikowane w latach 2017–2023 roku. Skuteczność poszerzenia szczęki miała zróżnicowane wyniki, oscylujące od 70% do 94,1%, w zależności od autorów i kryteriów oceny. Efekt szkieletowy poszerzania szczęki różnił się między badaniami, stanowiąc od 26,6% do 92,2% całkowitego uzyskanego poszerzenia. **Wnioski.** Metoda MARPE może być skuteczną alternatywą dla procedury SARPE u pacjentów młodzieńczych i dorosłych. Dla lepszej oceny skuteczności MARPE wskazane jest przeprowadzenie randomizowanych badań klinicznych z ujednoliconym protokołem leczenia. (Banak EK, Lasota A, Blicharz M. Ocena skuteczności szybkiej ekspansji szczęki wspomaganą mikroimplantami u pacjentów w późnym wieku młodzieńczym oraz wśród pacjentów dorosłych – przegląd piśmiennictwa. *Forum Ortod* 2023; 19 (4): 115-28).

Wpłynęło: 14.01.2024

Przyjęto do druku: 11.03.2024

<https://doi.org/10.5114/for.2023.139730>

Słowa kluczowe: zwężenie szczęki, CBCT, MARPE

Wstęp

U pacjentów ze zrośniętym szwem podniebiennym chirurgicznie wspomaganą szybka ekspansja podniebienia (SARPE) jest leczeniem z wyboru poprzecznego niedoboru szczęki. Pomimo dużej skuteczności ta metoda jest obciążona wadami, zabieg jest kosztowny i obciążający dla pacjenta. Wśród 52,25% pacjentów występują powikłania około- i pochirurgiczne, a najczęściej są to zaburzenia neurosensoryczne i ból pooperacyjny. Innymi niepożądanymi efektami są m.in. nadmierne krwawienie pooperacyjne, zakażenia, połączenie ustno-nosowe, owrzodzenie podniebienia (1). Ponadto u pacjentów u których poza niedoborem poprzecznym szczęki

qualified based on CBCT scans of maxillary anatomy. **Aim.** The purpose of this study is to objectively evaluate the MARPE effectiveness in treating transverse maxillary deficiency in advanced developmental age patients after CBCT analysis of the maxilla. **Material and methods.** The search included publications in PubMed and Google Scholar databases available from 2014 to September 2023. The search phrases were "miniscrew-assisted rapid palatal expansion", "microimplant assisted rapid palatal expansion", "MARPE CBCT", and "MARME". **Results.** The literature review included 13 studies out of an initial number of 172 articles that analyzed the MARPE effectiveness for treating transverse maxillary deficiency in patients aged 15 years and older. The articles included mainly retrospective control and prospective studies, and one prospective clinical cohort study. Patient groups ranged from 19 to 50 participants. The analyzed articles were published between 2017 and 2023. The effectiveness of the maxillary expansion had varied results, ranging from 70% to 94.1%, depending on the authors and evaluation criteria. The skeletal effects of maxillary expansion varied between studies, accounting for 26.6% to 92.2% of the total expansion achieved. **Conclusions.** MARPE can be an effective alternative to SARPE in adolescent and adult patients. In order to better evaluate the MARPE effectiveness, it is advisable to conduct randomized clinical trials with a standardized treatment protocol. (Banak EK, Lasota A, Blicharz M. Evaluating the efficacy of microimplant-assisted rapid maxillary expansion in late adolescent and adult patients – a literature review. *Orthod Forum* 2023; 19 (4): 115-28).

Received: 14.01.2024

Accepted: 11.03.2024

<https://doi.org/10.5114/for.2023.139730>

Key words: maxillary narrowing, CBCT, MARPE

Introduction

In patients with palatal suture fusion, surgically assisted rapid palatal expansion (SARPE) is the treatment of choice for transverse maxillary deficiency. Despite its high effectiveness, this method has drawbacks – the procedure is costly and burdensome for the patient. Perioperative and postoperative complications occur among 52.25% of patients, and the most common ones include neurosensory disorders and postoperative pain. Other adverse effects include excessive postoperative bleeding, infections, oro-nasal fistula, and palatal ulceration (1). In addition, in patients who have a skeletal defect in another plane in addition to a transverse maxillary deficiency, two-stage surgical treatment is often needed.

Microimplant-assisted rapid palatal expansion (MARPE) was introduced as an alternative to surgery. MARPE was

Evaluating the efficacy of microimplant-assisted rapid maxillary expansion...

występuje wada szkieletowa w innej płaszczyźnie, często potrzebne jest dwuetapowe leczenie chirurgiczne.

Jako alternatywę dla zabiegu chirurgicznego wprowadzono szybką ekspansję podniebienia wspomaganą mikroimplantami (MARPE). Po raz pierwszy MARPE przeprowadzili Lee i wsp. w 2010 roku u 20-letniego pacjenta z niedoborem poprzecznym szczęki oraz progenią, dzięki czemu uniknięto dwuetapowego leczenia chirurgicznego (2).

W MARPE stosowane są 2 lub 4 mikroimplanty, zakotwiczone mono- lub bikortycznie oraz połączone z ekspanderem podniebiennym (3). Zazwyczaj stosowane aparaty opierają się dodatkowo na pierwszych zębach trzonowych lub pierwszych zębach przedtrzonowych i trzonowych (4). Opisywane są także aparaty zakotwiczone wyłącznie na mikroimplantach, bez oparcia na zębach (5).

Cel

Celem tego przeglądu piśmiennictwa jest ocena na podstawie obrazów CBCT skuteczności szybkiej ekspansji szczęki wspomaganą mikroimplantami u pacjentów w późnym wieku młodzieńczym oraz u dorosłych.

Materiał i metody

Do analizy zostały zakwalifikowane artykuły, w których badano pacjentów w 15. roku życia i starszych, z poprzecznym niedoborem szczęki, leczonych metodą MARPE. Ocenić skuteczność leczenia na podstawie zmian szkieletowych oraz zębowo-wyrostkowych na CBCT szczęki.

Ponadto kryterium włączenia był rodzaj badania, kwalifikowane były randomizowane kontrolowane badania kliniczne, nierandomizowane badania kliniczne, badania kohortowe, badania kliniczno-kontrolne. Opisy przypadków, metaanalizy, przeglądy piśmiennictwa oraz badania porównawcze zostały wykluczone z analizy. Podczas wyszukiwania artykułów wyeliminowane zostały prace napisane w języku innym niż polski, czy angielski.

Wyeliminowano również artykuły, w których do badania kwalifikowano wyłącznie pacjentów u których MARPE przeprowadzono skutecznie, czyli z otwarciem szwu podniebiennego.

W celu uzyskania artykułów określonych w metodologii dokonano przeglądu elektronicznych baz danych PubMed, Google Scholar. Wyszukiwanie objęło wszystkie publikacje dostępne od 2014 roku do września 2023 roku. Wyszukiwanymi frazami były: "miniscrew-assisted rapid palatal expansion/ microimplant assisted rapid palatal expansion/ MARPE CBCT/ MARME".

Wyniki

Początkowo wyszukano 172 artykuły, ostatecznie do przeglądu piśmiennictwa włączono 13 badań (ryc. 1). Wybrane artykuły zostały scharakteryzowane w tabeli 1.

first performed by Lee et al. in 2010 in a 20-year-old male patient with transverse maxillary deficiency and progenia, thus avoiding two-stage surgical treatment (2).

MARPE uses 2 or 4 microimplants connected to a palatal expander with mono- or bicortical anchorage (3). Typically, the appliances used are additionally supported on the first molars or the first premolars and molars (4). Appliances anchored solely on microimplants, with no support on the teeth, are also described (5).

Aim

The purpose of this literature review is to evaluate, based on CBCT scans, the effectiveness of microimplant-assisted rapid maxillary expansion in older adolescents and adult patients.

Material and methods

Articles presenting patients 15 years of age and older with transverse maxillary deficiency treated with MARPE were eligible for analysis. The treatment effectiveness was evaluated based on skeletal and dentoalveolar changes on maxillary CBCT scans.

In addition, the inclusion criterion was the type of study: randomized controlled clinical trials, non-randomized clinical trials, cohort studies, case-control studies were eligible. Case reports, meta-analyses, literature reviews and comparative studies were excluded from the analysis. When searching for articles, papers in a language other than Polish or English were excluded.

We also excluded articles in which only patients in whom MARPE was performed successfully, i.e. with palatal suture opening, were eligible for the study.

Electronic databases such as PubMed, Google Scholar were reviewed to obtain the articles specified in the methodology. The search included all publications available from 2014 to September 2023. The search phrases were "miniscrew-assisted rapid palatal expansion/ microimplant assisted rapid palatal expansion/ MARPE CBCT/ MARME".

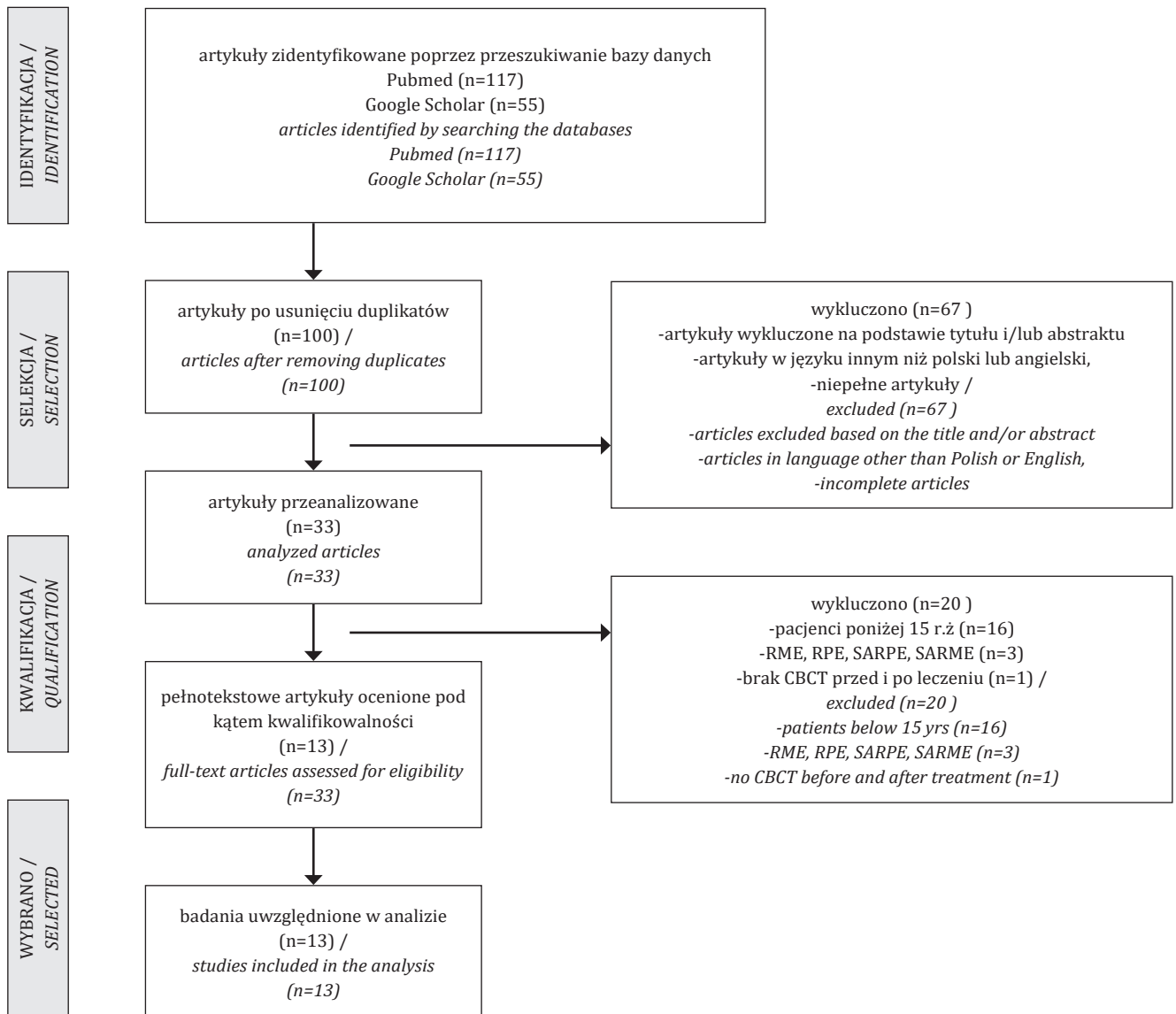
Results

Initially, 172 articles were retrieved, and eventually, 13 studies were included in the literature review (Fig. 1). The selected articles are characterized in Table 1.

The studies included in the analysis included seven retrospective control studies, five prospective studies and one prospective clinical cohort study.

In the eligible articles, the group of patients participating in the study ranged from 19 to 50 participants (6, 7, 8).

The oldest articles were published in 2017, and 5 articles were published in 2023 (6, 7, 8, 9, 10, 11, 12).



Rycina 1. Schemat obrazujący wybór artykułów
 Figure 1. Flowchart showing article selection

Wśród włączonych do analizy badań było 7 badań kontrolnych retrospektywnych, 5 badań prospektywnych oraz jedno prospektywne kliniczne badanie kohortowe.

W zakwalifikowanych artykułach grupa pacjentów biorąca udział w badaniu liczyła od 19 do 50 uczestników (6, 7, 8).

Najstarsze artykuły zostały opublikowane w 2017 roku, a 5 artykułów opublikowano w 2023 roku (6, 7, 8, 9, 10, 11, 12).

Wiek badanych pacjentów zawierał się między 15 a 51 lat, ze średnią najniższą w badaniu Lim i wsp., wynoszącą 21,6 lat, a najwyższą 36,8 lat, w badaniu Naveda i wsp. (8, 9, 11, 13, 14).

W przeważającej liczbie artykułów podawano płeć pacjentów oprócz badań Lim i wsp., Park i wsp. oraz Brunetto, gdzie płeć była zaznaczona jedynie dla pacjentów, u których

The age of the study patients ranged between 15 and 51 years, with the lowest mean of 21.6 years in the Lim et al. study, and the highest mean of 36.8 years in the Naveda et al. study (8, 9, 11, 13, 14).

The majority of articles reported the sex of patients except for the studies by Lim et al., Park et al., and Brunetto, where the sex was indicated only for patients in whom MARPE was effective (6, 9, 15). In most of the articles, the study groups included predominantly females, in the studies by Choi et al. and Wang et al. the males predominated, and in the paper by Salmoria et al. the number of women and men was equal (7, 12, 16).

The authors used different types of appliances during MARPE. In all studies, four microimplants were used for anchorage, and the differences were in the number of teeth

Evaluating the efficacy of microimplant-assisted rapid maxillary expansion...

MARPE było skuteczne (6, 9, 15). W większości artykułów w grupach badanych przeważała płeć żeńska, w badaniach Choi i wsp. oraz Wang i wsp. dominowała płeć męska, a w pracy Salmoria i wsp. liczba kobiet i mężczyzn była równa (7, 12, 16).

Autorzy podczas MARPE stosowali różne typy aparatów. We wszystkich badaniach do zakotwiczenia były wykorzystywane cztery mikroimplanty, a różnice dotyczyły liczby zębów włączonych do konstrukcji. Choi i wsp., Lim i wsp., Naveda i wsp. oraz Park i wsp. stosowali aparaty oparte na pierwszych trzonowcach szczęki oraz pierwszych przedtrzonowcach szczęki (6, 9, 11, 12). Pozostali autorzy oprócz mikroimplantów zakotwiczali się wyłącznie na pierwszych górnych trzonowcach.

Kapetanović i wsp. oraz Wang i wsp. wykonywali aparaty projektowane cyfrowo, indywidualnie, z wykorzystaniem skanów wewnątrzustnych oraz obrazów CBCT. Metoda ta pozwalała na idealne dopasowanie aparatów do sklepienia podniebienia (7, 17).

Protokoły aktywacji były bardzo zróżnicowane. Część autorów zalecała rozkręcanie aparatu raz dziennie, część – dwa razy dziennie (6, 9, 10, 14, 17, 18). Ponadto kilku autorów zmniejszało częstotliwość rozkręcania po uzyskaniu diastemy (7, 11, 15, 16).

Po zakończonej aktywacji we wszystkich badaniach aparat został pozostawiony na podniebieniu w celu stabilizacji efektu leczenia. Okres retencji wynosił 3–6 miesięcy. W dwóch badaniach po 3 miesiącach usuwano pierścienie i łączniki aparatu, natomiast śrubę oraz mikroimplanty pozostawiano na 12 miesięcy lub do zakończenia całego procesu leczenia ortodontycznego (17, 18).

Wszyscy autorzy do oceny skuteczności otwarcia szwu podniebiennego używali obrazowania tomografii stożkowej (CBCT) wykonanej przed i po ekspansji. W większości artykułów CBCT wykonywano bezpośrednio po zakończeniu ekspansji. W trzech badaniach tomografia wykonywana była już po okresie retencji (8, 12, 18). Ponadto Lim i wsp. po około roku od zakończenia ekspansji wykonywali kontrolne badanie CBCT, natomiast Tang i wsp. dodatkowo wykonywali CBCT po całkowitym zakończeniu leczenia ortodontycznego, dzięki czemu możliwa była ocena stabilności poszerzenia szczęki (9, 18).

Choi i wsp., Kapetanović i wsp. oraz Marín i wsp. ekspansję uznawali za skuteczną, gdy powierzchnia zvarciowa guzka podniebiennego pierwszych zębów trzonowych górnych uzyskała kontakt z powierzchnią zgryzową guzka policzkowego pierwszych zębów trzonowych dolnych (10, 12, 17). W badaniach Naveda i wsp. i Salmoria i wsp. aparat był aktywowany aż do uzyskania nadmiernej korekty poszerzenia poprzecznego szczęki (11, 16). Salmoria i wsp. poszerzali szczękę do momentu, gdy guzek podniebienne zębów trzonowych szczęki znajdował się prawie na szczycie guzka policzkowego zębów trzonowych żuchwy (16). Brunetto i wsp. określili środek górnego wyrostka zębodołowego

included in the appliance. Choi et al., Lim et al., Naveda et al., and Park et al. used appliances supported on the maxillary first molars and maxillary first premolars (6, 9, 11, 12). Other authors anchored exclusively on the first upper molars in addition to microimplants.

Kapetanović et al. and Wang et al. made digitally designed individual appliances using intraoral scans and CBCT scans. This method allowed for a perfect fit of the appliances to the palatal vault (7, 17).

Activation protocols varied widely. Some authors recommended turning the appliance once a day, some recommended twice daily (6, 9, 10, 14, 17, 18). In addition, several authors reduced the frequency of turning after diastema was obtained (7, 11, 15, 16).

In all studies, after activation was completed, the appliance was left on the palate to stabilize the treatment outcomes. The retention period was 3–6 months. In two studies, the appliance rings and abutments were removed after 3 months, while the screw and microimplants were left in place for 12 months or until the entire orthodontic treatment process was completed (17, 18).

All authors used cone-beam computed tomography (CBCT) scans taken before and after expansion to evaluate the effectiveness of palatal suture opening. In most articles, CBCT scans were performed immediately after the expansion. In three studies, CT scans were performed after the retention period (8, 12, 18). In addition, Lim et al. performed a follow-up CBCT about a year after the expansion was completed, while Tang et al. additionally performed a CBCT after the orthodontic treatment was entirely completed, so that the stability of the maxillary expansion could be assessed (9, 18).

Choi et al., Kapetanović et al., and Marín et al. considered expansion to be successful when the occlusal surface of the palatal cusp of the first upper molars contacted the occlusal surface of the buccal cusp of the first lower molars (10, 12, 17). In the studies by Naveda et al. and Salmoria et al. the appliance was activated until overcorrection of the maxillary transverse expansion was achieved (11, 16). Salmoria et al. expanded the maxilla until the palatal cusp of the maxillary molars was almost on top of the buccal cusp of the mandibular molars (16). Brunetto et al. identified the center of the upper alveolar process located 2–3 mm in the buccal direction, compared to the center of the lower alveolar process, as the end point of maxillary expansion (15). In their study, Oliveira et al., in addition to the group with successful treatment, in which there was a posterior palate expansion of more than 1 mm, distinguished a group with limited treatment outcomes. In this group, expansion of equal to or less than 1 mm was observed (13).

Nie et al. evaluated the maxillary expansion success based on the maxillary expansion ratio (MER), which is the percentage of the width of the maxillary expansion relative to the width of the screw expansion. The authors divided

umiejscowiony 2–3 mm w kierunku policzkowym, w porównaniu ze środkiem dolnego wyrostka żębodołowego, jako punkt kończący poszerzenie szczęki (15). Oliveira i wsp. w swoim badaniu, poza grupą z leczeniem zakończonym sukcesem, w której doszło do poszerzenia tylnej części podniebienia wynoszącego powyżej 1 mm, wyodrębnili grupę z ograniczonym wynikiem leczenia. W tej grupie dochodziło do ekspansji w zakresie równej lub mniejszej niż 1 mm (13).

Nie i wsp. oceniali skuteczność poszerzenia szczęki na podstawie współczynnika ekspansji szczęki (MER), który stanowi procent szerokości poszerzenia szczęki w stosunku do szerokości poszerzenia śruby. Autorzy podzielili pacjentów na dwie grupy: z niskim MER wynoszącym < 41,11% oraz z wysokim MER \geq 41,11% (8).

Najwyższą skuteczność, u 94,1% pacjentów, otwarcia szwu podniebiennego za pomocą MARPE odnotowali Kapetanović i wsp (17). Naveda i wsp. osiągnęli 100% skuteczności dla grupy wiekowej 18–29 lat (11). Wang i wsp. uzyskali 100% sukcesu u pacjentów z wadą klasy I oraz klasy II (7). Natomiast najniższą ogólną skuteczność, wynoszącą 70%, osiągnęli w badaniach Salmoria i wsp. Należy uwzględnić, że w ich badaniach brali udział wyłącznie pacjenci ze stopniem D i E dojrzewania szwu podniebiennego (16). Ponadto Oliveira i wsp. wykazali skuteczność na poziomie 20% w grupie pacjentów między 30 a 39 rokiem życia (13).

Na ostateczny efekt poszerzenia szczęki składają się efekty szkieletowe, żębodołowe i żębowe. Według badań Lim i wsp. efekt szkieletowy szybkiego poszerzenia szczęki wspomaganego mikroimplantami stanowi 39,1% całego uzyskanego poszerzenia (9). Park i wsp. uzyskali nieco niższy wynik wynoszący 37% (6). W badaniach Choi i wsp. poziom efektu szkieletowego poszerzenia jest uzależniony od długości mikroimplantów i stanowi dla grupy z krótszymi mikrośrubami 36%, natomiast z dłuższymi – 51% (12). Największy udział efektu szkieletowego zaobserwowali Kapetanović i wsp. Na wysokości pierwszych zębów trzonowych uzyskali 60,4%, natomiast na poziomie pierwszych przedtrzonowców – 92,2% efektu kostnego poszerzenia szczęki (17). Nie i wsp. badali wpływ wieku na współczynnik poszerzenia szczęki. W grupie wiekowej 15–19 lat efekty szkieletowe stanowiły 52,6%, u pacjentów w wieku 20–24 lat były na poziomie 37,72%, natomiast w grupie badanych w wieku od 25 lat współczynnik poszerzenia szczęki wyniósł 33,15% (8). W badaniach Wang i wsp. efekt ortopedyczny stanowił 46,9% u pacjentów z wadą klasy I, 45,9% z wadą klasy II oraz 26,6% z wadą klasy III (7).

Dyskusja

Na skuteczność szybkiego poszerzenia szczęki wspomaganego mikroimplantami może mieć wpływ wiele czynników, do których należy zaliczyć wiek, etap dojrzewania szwu podniebiennego, wadę zgryzu, długość mikroimplantów oraz grubość podniebienia (7, 8, 10, 11–14, 16).

patients into two groups: those with a low MER of <41.11% and those with a high MER \geq 41.11% (8).

Kapetanović et al. reported the highest success rate, in 94.1% of patients, of palatal suture opening using MARPE (17). Naveda et al. achieved a 100% success rate for the 18–29 years age group (11). Wang et al. achieved a 100% success rate in patients with Class I and Class II malocclusions (7). In contrast, Salmoria et al. achieved the lowest overall effectiveness of 70% in their studies. It should be taken into account that their studies included only patients with stage D and E palatal suture maturation (16). In addition, Oliveira et al. demonstrated a success rate of 20% in a group of patients between 30 and 39 years of age (13).

The final outcomes of the maxillary expansion include skeletal, alveolar and dental effects. According to the studies by Lim et al. the skeletal effects of microimplant-assisted rapid maxillary expansion account for 39.1% of the total expansion achieved (9). Park et al. obtained a slightly lower result of 37% (6). In the research by Choi et al., the level of skeletal expansion depends on the microimplant length, accounting for 36% in the group with shorter microscrews, while 51% in the group with longer ones (12). Kapetanović et al. observed the most considerable contribution of the skeletal effects. At the level of the first molars, they achieved 60.4%, while at the level of the first premolars, the skeletal effects accounted for 92.2% of the maxillary expansion (17). Nie et al. studied the effect of age on the rate of maxillary expansion. In the 15–19 years age group, skeletal effects accounted for 52.6%, in patients aged 20–24 years, they were at the level of 37.72%, while in those aged 25 and older, the maxillary expansion rate was 33.15% (8). In the research by Wang et al., the orthopedic effect accounted for 46.9% in patients with Class I malocclusions, 45.9% with Class II malocclusions, and 26.6% with Class III malocclusions (7).

Discussion

The effectiveness of microimplant-assisted rapid maxillary expansion can be affected by many factors, which include age, stage of palatal suture maturation, malocclusion, microimplant length, and palatal thickness (7, 8, 10, 11–14, 16).

Age

Jesus et al. showed a significant correlation between the patient's age, the stage of palatal suture maturation (MPSM) and the palatal thickness 12 to 16 mm behind the incisive foramen and the MARPE effectiveness. Cases of failure included patients who were older and had a more advanced stage of palatal suture maturation compared to patients in whom treatment was successful (14).

Of the literature reviewed, the effect of patients' age on the MARPE effectiveness was examined by Jesus et al., Oliveira et al., Marin et al., Nie et al., Wang et al., and Naveda et al. A negative correlation has been observed between the patients' age and the treatment effectiveness (7, 8, 10, 11, 13, 14).

Wiek

Jesus i wsp. wykazali istotną korelację między wiekiem pacjenta, etapem dojrzewania szwu podniebiennego (MPSM) oraz grubością podniebienia w odległości od 12 do 16 mm za otworem przysiecznym a skutecznością leczenia MARPE. Przypadki niepowodzenia obejmowały pacjentów starszych i z bardziej zaawansowanym etapem dojrzewania szwu podniebiennego w porównaniu z pacjentami, u których leczenie zakończyło się sukcesem (14).

Pośród analizowanej literatury wpływ wieku pacjentów na skuteczność MARPE sprawdzali Jesus i wsp., Oliveira i wsp., Marin i wsp., Nie i wsp., Wang i wsp. oraz Naveda i wsp. Zaobserwowano negatywną korelację między wiekiem pacjentów a skutecznością leczenia (7, 8, 10, 11, 13, 14).

W badaniach Oliveira i wsp. w grupie pacjentów między 15 a 19 r.ż. leczenie zakończyło się powodzeniem u 83,3% badanych, w przypadku pacjentów między 20 a 29 r.ż. leczenie było skuteczne w 81,8%, natomiast w grupie pacjentów między 30 a 37 r.ż. skuteczność MARPE wynosiła jedynie 20% (13).

Naveda i wsp. podzielili pacjentów na dwie grupy: pierwszą w wieku 18–29 lat, drugą w wieku 30–45 lat. Po zastosowaniu MARPE skuteczność otwarcia szwu podniebiennego w pierwszej grupie wynosiła 100%, natomiast w grupie drugiej – 81% (11).

W badaniach Oliveira i wsp. średni wiek przypadków zakończonych sukcesem (20,9 lat) był statystycznie niższy niż przypadków niepowodzeń (28,0 lat), jednak autorzy nie uznawali wieku za jedyny czynnik prognostyczny powodzenia MARPE, ponieważ niejednokrotnie możliwe było osiągnięcie separacji szwu podniebiennego również u starszych osób (13).

Płeć

Brak korelacji między płcią a skutecznością MARPE został udowodniony w badaniu Nie i wsp. oraz Oliveira i wsp. (8, 13).

Stopień zaawansowania szwu podniebiennego

Na podstawie CBCT 140 pacjentów Angelieri i wsp. stworzyli klasyfikację umożliwiającą indywidualną ocenę morfologii i stopnia dojrzewania szwu podniebiennego. Autorzy zaobserwowali pięć etapów dojrzewania szwu podniebiennego: A) z widoczną prostą linią szwów o dużej gęstości, bez lub z niewielkim przecięciem; B) z ząbkowaną linią szwów o dużej gęstości; C) z dwiema równoległymi, ząbkowanymi liniami o dużym zagęszczeniu, położonymi blisko siebie, oddzielnymi w niektórych obszarach małymi przestrzeniami o niskim zagęszczeniu; D) z zakończonym zrostem szwu w kości podniebiennej; E) kiedy zrost nastąpił również w szczęce i nie można było zidentyfikować szwu podniebiennego (19).

Na podstawie badań Oliveira i wsp., Jesus i wsp. oraz Salmoria i wsp. stwierdzono ujemną korelację dojrzewania szwu podniebiennego z efektem ekspansji (13, 14, 16). W pracy Oliveira i wsp. 100% wskaźnik sukcesu zanotowano u pacjentów z etapami B lub C dojrzewania MPS, u badanych z etapem D skuteczność MARPE zmniejszyła się do 62,5%, natomiast w etapie E – do 58,3% (13).

In the studies by Oliveira et al. in a group of patients aged 15 to 19 years, treatment was successful in 83.3% of subjects, for patients aged 20 to 29 years, treatment was successful in 81.8%, while in a group of patients aged 30 to 37 years, the MARPE effectiveness was only 20% (13).

Naveda et al. divided the patients into two groups: the first aged 18–29 years and the second aged 30–45 years. After MARPE, the success rate of palatal suture opening in the first group was 100%, while in the second group it was 81% (11).

In the studies by Oliveira et al., the mean age of successful cases (20.9 years) was statistically lower than that of unsuccessful cases (28.0 years), but the authors did not consider age to be the only predictor of MARPE success, as it was sometimes possible to achieve palatal suture separation in older patients as well (13).

Sex

The lack of correlation between the sex and MARPE effectiveness was demonstrated in the study by Nie et al. and Oliveira et al. (8, 13).

Stage of palatal suture

Based on the CBCTs of 140 patients, Angelieri et al. created a classification to individually assess the morphology and the stage of palatal suture maturation. The authors observed five stages of palatal suture maturation: A) visible straight high-density sutural line, with no or little interdigitation; B) scalloped appearance of the high-density sutural line; C) 2 parallel, scalloped, high-density lines that were close to each other, separated in some areas by small low-density spaces; D) fusion completed in the palatine bone; E) fusion completed also in the maxilla, with no evidence of the palatal suture (19).

Based on the studies of Oliveira et al., Jesus et al., and Salmoria et al., a negative correlation of the palatal suture maturation with the expansion effect was found (13, 14, 16). In the study by Oliveira et al. a 100% success rate was reported in patients with stages B or C of MPS maturation, while in subjects with stage D, the MARPE success rate decreased to 62.5%, while in stage E it decreased to 58.3% (13).

Malocclusion

Wang et al. studied a relationship between patients' malocclusions and the MARPE effectiveness. For Class I and Class II malocclusions, the maxilla was successfully expanded in all subjects. In contrast, patients with Class III malocclusions had a lower success rate of 73.3. In addition, patients with Class III malocclusions had more severe side effects in the form of tooth inclination and smaller orthopedic effects. The authors indicate that the reason for these results was the thinner palatine bone in Class III malocclusions compared to Class I and II. This resulted in poorer stabilization of microimplants, resulting in tilt of the microimplant head during appliance activation (7).

Tabela 1. Przegląd włączonych badań.

artykuł	typ badania	typ aparatu	ile osób	kobiety	mężczyźni	zakres wiekowy	średnia wieku	skuteczność	okres retencji	kieśdy wykonywano CBCT	sposób aktywacji
Brunetto i wsp. (15)	prospektywne, kontrolowane badanie interwencyjne	The Maxillary Skeletal Expander® (Biomaterials Korea, Seoul, South Korea) (4 mikroimplanty, oparty na pierwszych zębach trzonowych)	20	-	-	20,01-36,71	28,36	85%	6 mies.	Przed i zaraz po zakończeniu ekspansji	0,5-1 mm dziennie do momentu pojawienia się dławstemy, a następnie 0,25-0,5 mm dziennie
Choi, i wsp. (12)	prospektywne, randomizowane badanie kliniczne	Hyrax II; Dentaaurum, Ispringen, Germany (4 mikroimplanty, oparty na pierwszych zębach trzonowych i przedtrzonowych)	31	12	19	19-35- grupa L 19-30- grupa S	23,6- grupa L 22,3- grupa S	83,9% ogólna 75%- grupa L 93,3%- grupa S	3 mies.	Przed leczeniem i zaraz po usunięciu MARPE	0,2 mm dziennie
Jesus i wsp. (14)	retrospektywne kontrolowane	hybrydowy ekspander wsparty na 4 miniśrubach ortodontycznych (oparty na pierwszych zębach trzonowych) Peclab, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazylia	25	17	8	15-37	23	76%	4 mies.	Przed i po ekspansji	2/4 obrotu- ¼ rano, ¼ w nocy
Kapetanović i wsp. (17)	prospektywne kliniczne badanie kohortowe	Dutch Maxillary Expansion Device (D-MED)- indywidualizowany aparat (4 mikroimplanty, oparty na pierwszych zębach trzonowych)	34	26	8	17,6-36,4	27	94,1%	3 mies. retencji, po tym czasie usunięto pierścienie i łączniki, a po 12 miesiącach usunięto rurę oraz mikroimplanty	Przed ekspansją i bezpośrednio po ekspansji	0,25 mm raz dziennie
Lim i wsp. (9)	retrospektywne	Hyrax II; Dentaaurum, Ispringen, Germany (4 mikroimplanty, oparty na pierwszych zębach trzonowych i pierwszych przedtrzonowych)	38	-	-	18,25-26,75	21,6	86,8%	4 mies.	Przed leczeniem, do 1 mies. po zakończeniu ekspansji oraz po około 1 roku od zakończenia ekspansji	0,2 mm raz dziennie
Marin i wsp. (10)	retrospektywne	aparat MARPE (Peclab, Belo Horizonte, Brazil) (4 mikroimplanty, oparty na pierwszych zębach trzonowych)	19	11	8	18,25-32,91	25,58	84,2%	4 mies.	Przed ekspansją i bezpośrednio po ekspansji	¼ obrotu rano i ¼ obrotu wieczorem
Naveda i wsp. (11)	prospektywne	Prefabrykowany ekspander MARPE (Peclab, Belo Horizonte, Brazylia) (4 mikroimplanty, oparty na pierwszych zębach trzonowych i pierwszych przedtrzonowych)	28	19	9	1 grupa: 18-29 2 grupa: 30-45	1 grupa: 22,8 2 grupa: 36,8	1 grupa: 100% 2 grupa: 80,9%	-	Przed ekspansją i bezpośrednio po ekspansji	1/4 obrotu dwa razy dziennie aż do otwarcia ¼ obrotu dziennie aż do nadmiernej korekcji

Evaluating the efficacy of microimplant-assisted rapid maxillary expansion...

artykuł	typ badania	typ aparatu	ile osób	kobiety	mężczyźni	zakres wiekowy	średnia wieku	skuteczność	okres retencji	kiedy wykonywano CBCT	sposób aktywacji
Nie i wsp. (8)		The maxillary skeletal expander (MSE) type II (BioMaterials Korea, Seoul, Korea) (4 mikroimplanty, oparty na pierwszych zębach trzonowych)	50	35	15	16-51 grupa 1- 15-19 grupa 2- 20-24 grupa 3- >25	23,3	Wysoki wskaźnik poszerzenia szczęki: grupa 1-75% grupa 2- 28,58% grupa 3-33,33%	3 mies.	Przed ekspansją 13 mies. po zakończeniu ekspansji	dwa obroty dziennie (0,133 mm na obrót)
Oliveira i wsp. (13)	retrospektywne	hybrydowy ekspander PecLab, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazylia (4 mikroimplanty, oparty na pierwszych zębach trzonowych)	28	18	10	1 grupa:15-19 2 grupa:20-29 3 grupa:30-39	-	-	-	Przed i zaraz po zakończeniu ekspansji	2/4 obrotu dziennie
Park i wsp. [6]	retrospektywne	modyfikowany konwencjonalny aparat ze śrubą Hyrax@ Click; Dentaurum, Ispringen, Niemcy (4 mikroimplanty, oparty na pierwszych zębach trzonowych i pierwszych przedtrzonowych)	19	-	-	16-26	-	84,2%	-	Przed ekspansją 1 w ciągu 5 tygodni po zakończeniu ekspansji	0,2 mm raz dziennie
Salmoria i wsp. (16)	interwencyjne badanie kliniczne	MSE (PecLab@, Belo Horizonte, MG, Brazil) (4 mikroimplanty, oparty na pierwszych zębach trzonowych)	20 grupa D- 10 grupa E- 10	10	10	18-36	24,9 grupa D- 18,8 grupa E- 31	70%	6 mies.	Przed i zaraz po zakończeniu ekspansji	1/4 obrotu co 12 godzin aż do pojawienia się diastemy i wtedy jedna aktywacja dziennie
Wang i wsp. (7)	prospektywne	indywidualnie zaprojektowany aparat (4 mikroimplanty, oparty na pierwszych trzonowcach)	40 wada I- 13 wada II- 12 wada III- 15	15	25	18-28	22,42	90% ogólnie klasa I- 100% klasa II- 100% klasa III- 73,3%	6 mies.	Od razu po założeniu aparatu oraz po zakończeniu ekspansji	½ obrotu do powstania diastemy następnie ¼ obrotu
Tang i wsp. (18)	retrospektywne	Maxillary skeletal expander type II (BioMaterials Korea, Seoul, South Korea) (4 mikroimplanty, oparty na pierwszych trzonowcach)	31	19	12	18-33	22,14	około 92%	3 miesiące, po tym czasie usunięto pierścienie i łączniki, a śruba i mikroimplanty pozostały do czasu zakończenia leczenia aparatem stałym cienkokłowym	Przed ekspansją, po zakończeniu retencji (po 3 mies.) oraz po zakończeniu całego leczenia i mikroimplanty pozostały do czasu zakończenia leczenia aparatem stałym cienkokłowym	jedyn obrót (0,13 mm na obrót) dziennie

Table 1. Overview of the included studies.

article	study type	type of orthodontic appliance	number of subjects	men	women	age range	average age	effectiveness	retention period	when the CBCT was performed	method of activation
Brunetto et al. (15)	Prospective, controlled intervention study	The Maxillary Skeletal Expander® (Biomaterials Korea, Seoul, South Korea) (4 microimplants, based on the first molars)	20	-	-	20.01-36.71	28,36	85%	6 months	Before and just after expansion	0.5-1 mm per day until diastema appears, then 0.25-0.5 mm per day
Choi. i wsp. (12)	Prospective, randomized clinical trial	Hyrax II; Dentaaurum, Ispringen, Germany (4 microimplants, based on the first molars and first premolars)	31	12	19	19-35 - group L 19-30 - group S	23.6 - group L 22.3 - group S	85% 83.9% overall 75% - group L 93.3% - group S	3 months	Before treatment and immediately after MARPE removal	0.2 mm per day
Jesus et al. (14)	Retrospective controlled	hybrid expander: supported by 4 orthodontic miniscrews (based on the first molars) Peclab, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil	25	17	8	15-37	23	76%	4 months	Before and after expansion	2/4 turn per day - 1/4 turn in the morning, 1/4 turn in the evening
Kapetanović et al. (17)	Prospective clinical cohort study	Dutch Maxillary Expansion Device (D-MED) - individualized appliance (4 microimplants, based on the first molars)	34	26	8	17.6-36.4	27	94.1%	3 months of retention, after that time the rings and abutments were removed, and after 12 months the screw and microimplants were removed	Before and just after expansion	0.25 mm per day
Lim et al. (9)	Retrospective	Hyrax II; Dentaaurum, Ispringen, Germany (4 microimplants, based on the first molars and first premolars)	38	-	-	18,25-26,75	21,6	86.8%	4 months	Before treatment, up to 1 month after completion of expansion, and approximately 1 year after completion of expansion	0.2 mm per day
Marín i.wsp. (10)	Retrospective	MARPE appliance (Peclab, Belo Horizonte, Brazil) (4 microimplants, based on the first molars)	19	11	8	18,25-32,91	25,58	84,2%	4 months	Before and just after expansion	1/4 turn in the morning and 1/4 turn in the evening
Naveda i.wsp. (11)	Prospective	MARPE Prefabricated Expander (Peclab, Belo Horizonte, Brazil) (4 microimplants, based on the first molars and first premolars)	28	19	9	1st group: 18-29 2nd group: 30-45	1st group: 22.8 2nd group: 36.8	1st group: 100% 2nd group: 80.9%	-	Before and just after expansion	1/4 turn twice a day until the diastema opens, then 1/4 turn a day until overcorrection

Evaluating the efficacy of microimplant-assisted rapid maxillary expansion...

article	study type	type of orthodontic appliance	number of subjects	men	women	age range	average age	effectiveness	retention period	when the CBCT was performed	method of activation
Nie et al. (8)	Retrospective	The maxillary skeletal expander (MSE) type II (BioMaterials Korea, Seoul, Korea) (4 microimplants, based on the first molars)	50	15	35	16-51 group 1 - 15-19 group 2 - 20-24 group 3 - ≥25	23,3	High rate of maxillary expansion: group 1 - 75% group 2 - 28,58% group 3 - 33,33%	3 months	Before expansion and 3 months after completion of expansion	two turns per day (0.133 mm per turn)
Oliveira et al. (13)	Retrospective	hybrid Peclab expander, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil (4 microimplants, based on the first molars)	28	10	18	1st group: 15-19 2nd group: 20-29 3rd group: 30-39	-	71.4% - overall 1st group - 83.3% 2nd group - 81.8% 3rd group - 20%	-	Before and just after expansion	2/4 turns per day
Park et al. [6]	Retrospective	Modified conventional appliance with Hyrax® Click screw; Dentaaurum, Ispringen, Germany. (4 microimplants, based on the first molars and first premolars)	19	-	-	16-26	-	84.2%	-	Before expansion and within 5 weeks after the completion of expansion	0.2 mm per day
Salmoria et al. (16)	Interventional clinical trial	MSE (PecLab®, Belo Horizonte, MG, Brazil) (4 microimplants, based on the first molars)	20 group D - 10 group E - 10	10	10	18-36	24.9 group D - 18.8 group E - 31	70%	6 months	Before and just after expansion	¼ turn every 12 hours until diastema appears and then one activation per day
Wang et al. (7)	Prospective	Individually designed appliance (4 microimplants, based on the first molars)	40 class I malocclusion - 13 class II malocclusion - 12 class III malocclusion - 15	25	15	18-28	22.42	90% overall class I - 100% class II - 100% class III - 73.3%	6 months	Immediately after inserting the appliance and after the completion of expansion	¼ turn to form a diastema then ¼ turn
Tang et al. (18)	Retrospective	Maxillary skeletal expander type II (BioMaterials Korea, Seoul, South Korea) (4 microimplants, based on the first molars)	19	12	19	18-33	22.14	about 92%	3 months, after that time the rings and abutments were removed and the screw and microimplants remained until treatment with fixed thin-arch braces was completed	Before expansion, after completion of retention (after 3 months) and after completion of the whole treatment	1 turn (0.13 mm per turn) per day

Wada zgryzu

Wang i wsp. badali zależność między wadą zgryzu pacjentów a skutecznością MARPE. W przypadku wady klasy I oraz klasy II u wszystkich badanych skutecznie poszerzono szczękę. Natomiast u pacjentów z wadą klasy III procent sukcesu był niższy i wynosił 73,3. Ponadto u pacjentów z wadą klasy III występowały bardziej nasilone skutki uboczne w postaci wychylenia zębów i mniejszy efekt ortopedyczny. Autorzy wskazują, że przyczyną takich wyników była cieńsza kość podniebienia w wadach klasy III w porównaniu z klasą I i II. Skutkowało to gorszą stabilizacją mikroimplantu, w wyniku czego dochodziło do nachylenia główki mikroimplantu podczas aktywacji aparatu (7).

Długość mikroimplantów

Choi i wsp. sprawdzali wpływ długości zastosowanych mikroimplantów na skuteczność MARPE. Podzielili badanych pacjentów na dwie grupy, które różniły się długością zastosowanych mikroimplantów. W pierwszej grupie przednie mikroimplanty miały długość 8 mm, a tylne 6 mm, natomiast w drugiej grupie zastosowano mikroimplanty o długości 13 mm (przód) i 11 mm (tył). Po zakończonym leczeniu stwierdzono skuteczność MARPE na poziomie 93,3% w pierwszej grupie, natomiast w drugiej na poziomie 75%. Jak wskazują autorzy, na wynik badania mogą mieć wpływ większe naprężenia w okolicy pośrodkowej w przypadku zastosowania krótszych mikroimplantów, co ułatwia rozejście szwu podniebiennego. Jednak zastosowane dłuższe mikroimplanty skutkowały zwiększeniem procentowego udziału efektu szkieletowego w całkowitym poszerzeniu szczęki. Według autorów zasadne jest zastosowanie tylnych mikroimplantów o długości większej niż 6 mm ze względu na lepszą stabilność aparatu. Długość przednich mikroimplantów nie miała wpływu na ich stabilność (12).

Naprawa szwu podniebiennego po procedurze MARPE jest czynnikiem istotnym, który trzeba uwzględnić przy planowaniu retencji po MARPE. Siddhisaributr i wsp. ocenili sposób naprawy szwu podniebiennego po MARPE u dorosłych pacjentów i po okresie retencji zaobserwowali zmniejszenie gęstości kości w porównaniu z etapem przed ekspansją. U większości dorosłych pacjentów 16 miesięcy po zakończeniu MARPE wykazano niecałkowitą naprawę szwu podniebiennego. Biorąc pod uwagę przednio-tylny wymiar podniebienia twardego, najczęstszym obszarem wykazującym brak naprawy kości była środkowa część podniebienia. Pomimo braku całkowitej naprawy u 80,95% pacjentów zaobserwowano naprawę kości obejmującą ponad połowę podniebienia twardego. W celu utrzymania efektów leczenia autorzy badania wskazują na konieczność założenia łuku podniebiennego bezpośrednio po usunięciu aparatu poszerzającego (20).

Pomimo zakotwienia szkieletowego obserwowano negatywne efekty zębowe w postaci policzkowego wychylenia zębów kotwiących od 1–2 stopni w grupie badanej u Choi i wsp. do 3,88 stopnia w pracy Kapetanović i wsp. Niektórzy

Microimplant length

Choi et al. studied the effects of the length of microimplants used on the MARPE effectiveness. They divided the study patients into two groups, which differed in the length of microimplants used. In the first group, the anterior microimplants were 8 mm long, and the posterior microimplants were 6 mm long, while the second group used microimplants of 13 mm (anterior) and 11 mm (posterior). After completed treatment, the MARPE effectiveness was found to be 93.3% in the first group, and 75% in the second. As the authors point out, the study outcomes may be affected by higher stresses in the medial region when shorter microimplants are used, facilitating palatal suture separation. However, the longer microimplants used resulted in an increase in the percentage of skeletal effects in total maxillary expansion. According to the authors, it is reasonable to use posterior microimplants that are longer than 6 mm due to better appliance stability. The length of the anterior microimplants did not affect their stability (12).

Palatal suture repair after the MARPE procedure is a vital factor to consider when planning for retention after MARPE. Siddhisaributr et al. evaluated palatal suture repair after MARPE in adult patients and observed a reduction in bone density after the retention period compared to the pre-expansion stage. Most adult patients 16 months after MARPE showed incomplete palatal suture repair. Considering the anteroposterior dimension of the hard palate, the most common area showing a lack of bone repair was the middle part of the palate. Despite the lack of complete repair, bone repair involving more than half of the hard palate was observed in 80.95% of patients. In order to maintain treatment outcomes, the study authors point out that a palatal arch should be placed immediately after the removal of the expander (20).

Despite skeletal anchorage, negative dental effects were observed in the form of buccal tilting of the anchor teeth from 1–2 degrees in the study group of Choi et al. to 3.88 degrees in the paper of Kapetanović et al. Some authors observed a greater buccal inclination of the first molar, compared to the first premolar (6, 12, 17).

As a result of MARPE, remodeling was observed within the alveolar process that inclined buccally, and bone thickness changed. At the level of the upper first premolar and first molar, the thickness of the alveolar process bone decreased on the buccal side, while it increased on the palatal side. These changes were evident immediately after the maxillary expansion was completed. Twelve months after the expansion was completed, a decrease in alveolar process bone thickness of 0.26 mm at the level of the first premolar was observed on a CBCT scan compared to the pre-expansion image. At the same time, the bone thickness increased compared to measurements taken immediately after the expansion. There were no significant differences in relation to the first molar height before treatment and one year after the expansion. Therefore, in patients whose

Evaluating the efficacy of microimplant-assisted rapid maxillary expansion...

autorzy obserwowali większe nachylenie policzkowe pierwszego zęba trzonowego, w porównaniu do pierwszego zęba przedtrzonowego (6, 12, 17).

W wyniku MARPE dochodziło do przebudowy w obrębie wyrostka zębodołowego, który wychylał się policzkowo, a grubość kości ulegała zmianie. Na wysokości górnego pierwszego przedtrzonowca i pierwszego trzonowca grubość kości wyrostka zębodołowego zmniejszała się po stronie policzkowej, natomiast zwiększała się po stronie podniebiennej. Zmiany te były widoczne zaraz po zakończeniu ekspansji szczęki. Po 12 miesiącach od zakończenia ekspansji w badaniu CBCT zaobserwowano spadek grubości kości wyrostka zębodołowego o 0,26 mm na wysokości pierwszego zęba przedtrzonowego w porównaniu do obrazu przed ekspansją. Jednocześnie obserwowano wzrost grubości kości w stosunku do pomiarów wykonywanych bezpośrednio po zakończeniu ekspansji. Nie wykazano istotnych różnic na wysokości pierwszego trzonowca w czasie przed leczeniem i rok po zakończeniu ekspansji. W związku z tym u pacjentów, u których kość wyrostka zębodołowego w okolicy pierwszego zęba przedtrzonowego jest cienka, należy zwrócić uwagę na ryzyko pojawienia się dehiscencji wyrostka zębodołowego (9).

U pacjentów, u których konwencjonalne MARPE z powodu zaawansowanego zrośnięcia szwu podniebiennego jest nieskuteczne, można wspomóc się minimalnie inwazyjnym zabiegiem chirurgicznym korytkopunkcji. Suzuki i wsp. opisali przypadek 35-letniej pacjentki, u której po kilku nieudanych próbach aktywacji MARPE wykonano osiem perforacji w obrębie szwu podniebiennego w celu zmniejszenia jego oporu, a po ponownej aktywacji MARPE doszło do otwarcia szwu podniebiennego, co skutkowało korektą niedoboru poprzecznego szczęki (21).

Wnioski

MARPE może być skuteczną alternatywą dla procedury SARPE u pacjentów w wieku młodzieńczym oraz u dorosłych. Przy kwalifikacji do MARPE należy uwzględnić obraz szwu podniebiennego w badaniu CBCT. Dla lepszej oceny skuteczności MARPE wskazane jest przeprowadzenie randomizowanych badań klinicznych z ujednoczonym protokołem leczenia, ponieważ w istniejących doniesieniach występują duże różnice w budowie aparatów oraz protokołów leczenia.

Piśmiennictwo / References

1. Smeets M, Da Costa Senior O, Eman S, Politis C. A retrospective analysis of the complication rate after SARPE in 111 cases, and its relationship to patient age at surgery. *J Craniomaxillofac Surg* 2020; 48: 467-71.
2. Lee KJ, Park YC, Park JY, Hwang WS. Miniscrew-assisted nonsurgical palatal expansion before orthognathic surgery for a patient with severe mandibular prognathism. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 137: 830-9.
3. Li N, Sun W, Li Q, Dong W, Martin D, Guo J. Skeletal effects of monocortical and bicortical mini-implant anchorage on maxillary expansion using cone-beam computed tomography in young adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2020; 157: 651-61.
4. Choi HY, Lee SM, Lee JW, Chung DH, Lee MH. Skeletal and dentoalveolar effects of different types of microimplant-assisted rapid palatal expansion. *Korean J Orthod* 2023; 53: 241-53.

alveolar process bone in the area of the first premolar is thin, attention should be paid to the risk of alveolar process dehiscence (9).

In patients in whom conventional MARPE is ineffective due to advanced palatal suture fusion, minimally invasive surgical procedure called corticopuncture can be considered. Suzuki et al. described a case of a 35-year-old female patient in whom, after several unsuccessful attempts of MARPE activation, eight perforations were made in the palatal suture to reduce its resistance, and after MARPE reactivation, the palatal suture was opened, resulting in correction of the maxillary transverse deficiency (21).

Conclusions

MARPE can be an effective alternative to SARPE in adolescent and adult patients. The CBCT scans of the palatal suture should be considered when qualifying for MARPE. In order to better evaluate the MARPE effectiveness, it is advisable to conduct randomized clinical trials with a standardized treatment protocol, as there are significant differences in appliance design and treatment protocols in existing literature.

5. Mehta S, Wang D, Kuo CL, Mu J, Vich ML, Allareddy V, Tadinada A, Yadav S. Long-term effects of mini-screw-assisted rapid palatal expansion on airway. *Angle Orthod* 2021; 91: 195-205.
6. Park JJ, Park YC, Lee KJ, Cha JY, Tahk JH, Choi YJ. Skeletal and dentoalveolar changes after miniscrew-assisted rapid palatal expansion in young adults: A cone-beam computed tomography study. *Korean J Orthod* 2017; 47: 77-86.
7. Wang C, Liu C, Mao Q, Zhou L, Xiang X. Skeletal and dentoalveolar modifications in adults with different sagittal facial patterns after personalized miniscrew-assisted rapid palatal expansion: A prospective cone-beam computed tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2023; 164: 843-54.
8. Nie X, Zhang X, Liu Y, Yan S, Men Y, Yu J, Guo J. Evaluation of palate-related factors of the effectiveness of microimplant-assisted rapid palatal expansion in late adolescents and adults. *Clin Oral Investig* 2023; 27: 3531-44.
9. Lim HM, Park YC, Lee KJ, Kim KH, Choi YJ. Stability of dental, alveolar, and skeletal changes after miniscrew-assisted rapid palatal expansion. *Korean J Orthod* 2017; 47: 313-22.
10. Marín CM, Benitez MDC, Otazu A, Torres DM, Cotrin P, Pinzan-Vercelino CR, Valarelli FP, Freitas KM. Correlation of age and skeletal effects after miniscrew assisted rapid palatal expansion. *J Clin Exp Dent* 2023; 15: e269-e76.
11. Naveda R, Dos Santos AM, Miranda F, da Cunha Bastos JC, Garib D. Immediate dentoskeletal and periodontal effects of miniscrew-assisted rapid palatal expansion: Comparison between young vs middle-aged adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2023; 164: 416-22.
12. Choi EA, Lee KJ, Choi SH, Jung HD, Ahn HJ, Deguchi T, Cha JY. Skeletal and dentoalveolar effects of miniscrew-assisted rapid palatal expansion based on the length of the miniscrew: a randomized clinical trial. *Angle Orthod* 2023; 93: 390-7.
13. Oliveira CB, Ayub P, Angelieri F, Murata WH, Suzuki SS, Ravelli, DB, Santos-Pinto A. Evaluation of factors related to the success of miniscrew-assisted rapid palatal expansion. *Angle Orthod* 2021; 91: 187-19.
14. Jesus AS, Oliveira CB, Murata WH, Suzuki SS, Santos-Pinto AD. Would midpalatal suture characteristics help to predict the success rate of miniscrew-assisted rapid palatal expansion? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2021; 160: 363-73.
15. Brunetto DP, Moschik CE, Dominguez-Mompell R, Jaria E, Sant'Anna EF, Moon W. Mini-implant assisted rapid palatal expansion (MARPE) effects on adult obstructive sleep apnea (OSA) and quality of life: a multi-center prospective controlled trial. *Prog Orthod* 2022; 23: 3.
16. Salmoria I, de Souza EC, Furtado A, Franzini CM, Custodio W. Dento-skeletal changes and their correlations after micro-implant-assisted palatal expansion (MARPE) in adults with advanced midpalatal suture ossification. *Clin Oral Investig* 2022; 26: 3021-31.
17. Kapetanović A, Odrosslij BMMJ, Baan F, Bergé SJ, Noverraz RRM, Schols JGJH, Xi T. Efficacy of Miniscrew-Assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE) in late adolescents and adults with the Dutch Maxillary Expansion Device: a prospective clinical cohort study. *Clin Oral Investig* 2022; 26: 6253-63.
18. Tang H, Liu P, Liu X, Hou Y, Chen W, Zhang L, Guo J. Skeletal width changes after mini-implant-assisted rapid maxillary expansion (MARME) in young adults. *Angle Orthod* 2021; 91: 301-6.
19. Angelieri F, Cevidanes LH, Franchi L, Gonçalves JR, Benavides E, McNamara JA Jr. Midpalatal suture maturation: classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013; 144: 759-69.
20. Naveda R, Dos Santos AM, Seminario MP, Miranda F, Janson G, Garib D. Midpalatal suture bone repair after miniscrew-assisted rapid palatal expansion in adults. *Prog Orthod* 2022; 23: 35.
21. Suzuki SS, Braga LFS, Fujii DN, Moon W, Suzuki H. Corticopuncture Facilitated Microimplant-Assisted Rapid Palatal Expansion. *Case Rep Dent* 2018; 2018: 1392895.