

FORUM ORTODONTYCZNE

Czasopismo indeksowane
Scopus
Index Copernicus
Polska Bibliografia Lekarska
POL-index

ISSN 1734-1558

ORTHODONTIC FORUM

Tom 15, nr 2/2019

- **Występowanie recesji dziąseł u mieszkańców Warszawy w wieku 35-44 lat**
Gingival recessions in Warsaw residents aged 35-44 years
Bartłomiej Górski, Agata Orzechowska, Małgorzata Wyszynska-Pomian, Renata Górską
- **Ocena procesów korozyjnych stalowych łuków ortodontycznych – badania in vitro**
Assessment of corrosion processes in steel orthodontic archwires – in vitro studies
Konrad Małkiewicz, Wojciech Boryczko, Mariola Sztogryn, Janusz Kamiński, Tadeusz Wierzchoń
- **Analiza porównawcza repozycji złamań żuchwy metodą manualną i za pomocą wyciągu międzyszczękowego przed lub w trakcie leczenia operacyjnego**
A comparative analysis of repositioning of mandibular fractures using a manual method and intermaxillary traction before and during surgery
Andrzej Kołciuk, Karol Koch, Błażej Bętkowski, Lidia Kołciuk, Izabela Strużycka, Paweł Jaromir Zawadzki
- **Ocena metodą trójwymiarowej tomografii komputerowej zmian w drogach oddechowych po leczeniu aparatem Carriere Motion 3D klasy II**
Three-dimensional computed tomography evaluation of airway changes after treatment with Carriere Motion 3D Class II appliance
Khaled Hazem Attia, Mai Hamdy Aboulfotouh, Ahmed Sherien Fouda
- **Cefalometria w diagnostyce ortodontycznej – historia i terażniejszość**
Cephalometry in orthodontic diagnostics – past and present
Ewa Sobieska, Anna Widmańska-Grzywaczewska
- **Współpraca ortodontyczno-logopedyczna w skojarzonym leczeniu ortodontyczno-chirurgicznym. Opis przypadku**
Orthodontic and speech therapy cooperation in combined orthodontic and surgical treatment. Case report
Maria Orzelska-Blomberg, Agnieszka Banaszekiewicz, Anna Walencik-Topińko, Bogna Racka-Pilszak
- **Proteza dziecięca nowej generacji wykonana w technologii 3D – opis przypadku**
New generation children's denture obtained with 3D technology – a case report
Ivo Domagała, Marcel Firlej, Ewa Firlej, Anna Szponar-Żurowska, Barbara Biedziak
- **Zastosowanie tymczasowego wewnątrzustnego zakotwienia szkieletowego (TISAD) w celu ortodontycznego zamykania przestrzeni po pierwszych zębach przedtrzonowych w szczęce utraconych w wyniku urazu. Opis przypadku**
The use of temporary intraoral skeletal anchorage (TISAD) for orthodontic closure of gaps from first maxillary molars lost as a result of an injury. Case report
Adam Angerman, Jolanta Jarka



Wydawca
POLSKIE TOWARZYSTWO ORTODONTYCZNE
Published by
POLISH ORTHODONTIC SOCIETY

Więcej informacji na www.aoeasteurope.pl / kursy-all

kursy 2019 ortodontyczne

WRZESIEŃ - GRUDZIEŃ



www.aoeasteurope.pl

AO AMERICAN
ORTHODONTICS



Szymon
Chojnowski



Hugo
de Clerck



Krzysztof
Dowgierd



Natasza
Iracka



Małgorzata
Kuc-Michańska



Morten
Laursen



Cesare
Luzi



Paolo
Manzo



Agnieszka
Predko-Engel



Małgorzata
Rzepecka-Skupień



Guido
Sampermans



Michał
Tarnawski



Katarzyna
Wiśniewska



Marcin
Wiśniewski

Ul. Czarodzieja 16/4, 03-116 Warszawa

tel.:
+48 22 408 63 94

tel. kom.:
+48 604 053 245

FORUM ORTODONTYCZNE ORTHODONTIC FORUM

KWARTALNIK/*QUARTERLY*

ISSN 1734-1558

Tom 15, nr 2/2019
Volume 15, nr 2/2019

Czasopismo naukowe Polskiego Towarzystwa Ortodontycznego
Scientific Journal of the Polish Orthodontic Society



Redaktor naczelna/Editor-in-Chief:

Prof. dr hab. n. med. Małgorzata Zadurska

Redaktor honorowa/Honorary Editor:

Prof. dr hab. n. med. Anna Komorowska

Komitety Redakcyjny/Editorial Board:

Athanasios E. Athanasiou (Saloniki), Hans-Peter Bantleon (Wiedeń), Adrian Becker (Jerozolima), Barbara Biedziak (Poznań), Ilana Brin (Jerozolima), Stella Chausu (Jerozolima), Susan Cunningham (Londyn), Myroslava Drohomiretska (Kijów), Izabella Dunin-Wilczyńska (Lublin), Julia Harfin (Buenos Aires), Piotr Fudalej (Berno), Jan Huggare (Sztokholm), Haluk Iseri (Ankara), Beata Kawala (Wrocław), Barbara Liśniewska-Machorowska (Zabrze), Bartłomiej W. Loster (Kraków), Agnieszka Machorowska-Pieniążek (Zabrze), Domingo Martin (Barcelona), Fraser McDonald (Londyn), Agnieszka Mielczarek (Warszawa), Maria Mielnik-Błaszczak (Lublin), Adrianna Mostowska (Poznań), Konrad Perkowski (Warszawa), Ingrid Różyło-Kalinowska (Lublin), Honorata Shaw (Poznań), Lyubov Smaglyuk (Połtawa), David Suarez Quintanilla (Santiago de Compostela), Izabela Szarmach (Białystok), Grażyna Śmiech-Słomkowska (Łódź), Arild Stenvik (Oslo), Barbara Warych (Wrocław), Anna Wojtaszek-Słomińska (Gdańsk), Krzysztof Woźniak (Szczecin), Abbas Zaher (Aleksandria)

Redaktorzy tematyczni / Section editors

Ortodoncja wieku rozwojowego / *Orthodontics for growing patients*
dr n. med. Barbara Pietrzak-Bilińska

Ortodoncja dorosłych / *Adult orthodontics*
dr hab. n. med. Ewa Czochrowska

Materiały i techniki ortodontyczne / *Orthodontic materials and techniques*
dr hab. n. med. Konrad Małkiewicz

Zagadnienia prawne w ortodoncji / *Legal aspects in orthodontics*
dr n. med. Beata Walawska

Redaktor językowy (język polski) / Polish language editor
mgr Teresa Maciszewska

Redaktor językowy (język angielski) / English language editor
mgr Krystyna Sachmacińska

Redaktor statystyczny / Statistical editor
dr hab. n. roln. Dariusz Gozdowski

Sekretarz redakcji

mgr Adam Bartoś
e-mail: biuro@forumortodontyczne.pl
tel. 785 773 695

Prenumerata, ogłoszenia i reklama

Marzena Kałakucka
e-mail: marzenakalakucka@forumortodontyczne.pl

Adres redakcji / Editor address

ul. Karmelicka 7, 20-081 Lublin
tel./fax 81 528 79 40
www.forumortodontyczne.pl

Wydawca / Publisher

Polskie Towarzystwo Ortodontyczne / *Polish Orthodontic Society*
www.pto.info.pl

Kontakt / *contact person*

Prezes PTO / *President POS* – dr hab. n. med. Ewa Czochrowska
e-mail: prezes@pto.info.pl

Copyright

Wszystkie prawa zastrzeżone. Żadna część publikacji nie może być odtwarzana, magazynowana i przekazywana w jakiegokolwiek formie: elektronicznej bądź mechanicznej, włączając kserokopię lub nagranie, bez pisemnego pozwolenia wydawcy.

Za treść ogłoszeń w Forum Ortodontycznym odpowiada wyłącznie ogłoszeniodawca. Zgodnie z powyższym wydawca i komitet redakcyjny nie ponoszą odpowiedzialności za konsekwencje niedokładnych lub wprowadzających w błąd danych, opinii, stwierdzeń.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored, or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopy, recording, or any information storage and retrieval system, without permission in writing from the publisher.

Advertisements appearing in the Orthodontic Forum are the sole responsibility of the contributor. Accordingly, the Publisher and the Editorial Board accept no liability whatsoever for the consequences of any such inaccurate or misleading data, opinion or statement.

TREŚĆ

• BADANIA KLINICZNE

Występowanie recesji dziąseł u mieszkańców Warszawy w wieku 35-44 lat

Bartłomiej Górski, Agata Orzechowska,
Małgorzata Wyszyńska-Pomian, Renata Górski

Ocena procesów korozyjnych stalowych łuków ortodontycznych – badania in vitro

Konrad Małkiewicz, Wojciech Boryczko, Mariola Sztogryn,
Janusz Kamiński, Tadeusz Wierzchoń

Analiza porównawcza repozycji złamań żuchwy metodą manualną i za pomocą wyciągu międzyszczękowego przed lub w trakcie leczenia operacyjnego

Andrzej Kołciuk, Karol Koch, Błażej Bętkowski,
Lidia Kołciuk, Izabela Strużycka, Paweł Jaromir Zawadzki

Ocena metodą trójwymiarowej tomografii komputerowej zmian w drogach oddechowych po leczeniu aparatem Carriere Motion 3D klasy II

Khaled Hazem Attia, Mai Hamdy Aboufotouh,
Ahmed Sherien Fouda

• PRACE PRZEGLĄDOWE

Cefalometria w diagnostyce ortodontycznej – historia i terażniejszość

Ewa Sobieska, Anna Widmańska-Grzywaczewska

• OPIS PRZYPADKU

Współpraca ortodontyczno-logopedyczna w skojarzonym leczeniu ortodontyczno-chirurgicznym. Opis przypadku

Maria Orzelska-Blomberg, Agnieszka Banaszekiewicz,
Anna Walencik-Topińko, Bogna Racka-Pilszak

Proteza dziecięca nowej generacji wykonana w technologii 3D – opis przypadku

Ivo Domagała, Marcel Firlej, Ewa Firlej,
Anna Szponar-Żurowska, Barbara Biedziak

Zastosowanie tymczasowego wewnątrzustnego zakotwienia szkieletowego (TISAD) w celu ortodontycznego zamykania przestrzeni po pierwszych zębach przedtrzonowych w szczęce utraconych w wyniku urazu. Opis przypadku

Adam Angerman, Jolanta Jarka

* INFORMACJA DLA AUTORÓW

CONTENTS

• CLINICAL RESEARCH

81 *Gingival recessions in Warsaw residents aged 35-44 years*

Bartłomiej Górski, Agata Orzechowska,
Małgorzata Wyszyńska-Pomian, Renata Górski

95 *Assessment of corrosion processes in steel orthodontic archwires – in vitro studies*

Konrad Małkiewicz, Wojciech Boryczko, Mariola Sztogryn,
Janusz Kamiński, Tadeusz Wierzchoń

104 *A comparative analysis of repositioning of mandibular fractures using a manual method and intermaxillary traction before and during surgery*

Andrzej Kołciuk, Karol Koch, Błażej Bętkowski,
Lidia Kołciuk, Izabela Strużycka, Paweł Jaromir Zawadzki

112 *Three-dimensional computed tomography evaluation of airway changes after treatment with Carriere Motion 3D Class II appliance*

Khaled Hazem Attia, Mai Hamdy Aboufotouh,
Ahmed Sherien Fouda

• REVIEWS

120 *Cephalometry in orthodontic diagnostics – past and present*

Ewa Sobieska, Anna Widmańska-Grzywaczewska

• CASE REPORT

140 *Orthodontic and speech therapy cooperation in combined orthodontic and surgical treatment Case report*

Maria Orzelska-Blomberg, Agnieszka Banaszekiewicz,
Anna Walencik-Topińko, Bogna Racka-Pilszak

153 *New generation children's denture obtained with 3D technology – a case report*

Ivo Domagała, Marcel Firlej, Ewa Firlej,
Anna Szponar-Żurowska, Barbara Biedziak

159 *The use of temporary intraoral skeletal anchorage (TISAD) for orthodontic closure of gaps from first maxillary molars lost as a result of an injury Case report*

Adam Angerman, Jolanta Jarka

171 * INFORMATION FOR AUTHORS

Występowanie recesji dziąseł u mieszkańców Warszawy w wieku 35-44 lat

Gingival recessions in Warsaw residents aged 35-44 years

Bartłomiej Górski¹ **A****C****D****E** (ORCID ID: 0000-0002-3918-4332)

Agata Orzechowska² **B**

Małgorzata Wyszyńska-Pomian³ **B**

Renata Górska⁴ **A****E** (ORCID ID: 0000-0002-2769-7587)

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} Zakład Chorób Błony Śluzowej i Przyzębia, Warszawski Uniwersytet Medyczny
Department of Periodontology and Oral Diseases, Medical University of Warsaw

Streszczenie

Wiedza na temat występowania recesji u osób dorosłych ma duże znaczenie kliniczne, ponieważ coraz większa liczba pacjentów powyżej 30. roku życia decyduje się na podjęcie leczenia aparatami stałymi. **Cel.** Celem pracy była ocena frekwencji występowania recesji dziąseł oraz analiza wpływu czynników potencjalnie recesjogennych na ich występowanie wśród dorosłych mieszkańców Warszawy w wieku 35–44 lat. **Materiał i metody.** Grupę badaną stanowiło 250 wybranych mieszkańców Warszawy (142 kobiety i 108 mężczyzn) o średniej wieku $40,5 \pm 2,9$. Pacjentów objęto badaniem podmiotowym i przedmiotowym, które składało się z badania stomatologicznego i periodontologicznego. **Wyniki.** Występowanie recesji dziąsłowych (GR1) (1614) stwierdzono

Abstract

Knowledge of the incidence of recessions in adults is of great clinical importance, as more and more patients over the age of 30 years decide to start treatment with fixed appliances. **Aim.** The aim of the paper was to assess the incidence of gingival recessions and to analyse the effects of potential risk factors of recession on its incidence in a group of adult residents of Warsaw aged 35–44 years. **Material and methods.** The study group included 250 selected residents of Warsaw (142 women and 108 men) with the mean age of 40.5 ± 2.9 . The patients were subject to a medical interview and physical examination including a dental and periodontal examination. **Results.** Gingival recessions (GR1) (1614) were found in 207 subjects (82.8%), 115 women (81.0%)

¹ Dr n. med., specjalista periodontolog/ DDS, PHD, specialist in periodontology

² Dr n. med., specjalista periodontolog/ DDS, PHD, specialist in periodontology

³ Lek. dent., specjalista periodontolog/ DDS, specialist in periodontology

⁴ Prof. dr hab. n. med., specjalista periodontolog, Kierownik Zakładu Chorób Błony śluzowej i Przyzębia / DDS, PhD, Professor, specialist in periodontology, Head of Department of Periodontology and Oral Diseases

Dane do korespondencji/Correspondence address:

Bartłomiej Górski
Zakład Chorób Błony Śluzowej i Przyzębia
ul. Miodowa 18
00-246 Warszawa
e-mail: bartek_g3@tlen.pl

u 207 osób (82,8%), w tym u 115 (81,0%) kobiet i 92 (85,2%) mężczyzn. U 75 badanych zaobserwowano 199 recesji ≥ 3 mm (GR2), a u 16 badanych – 31 recesji ≥ 5 mm (GR3). Recesje dotyczyły najczęściej zębów trzonowych w szczęce oraz przedtrzonowych drugich w żuchwie. Częściej występowały one u mężczyzn, osób z wyższym wykształceniem, dochodzie na członka rodziny < 800 PLN, byłych palaczy i u osób z mniejszą liczbą stref podparcia. GR1 dotyczyły częściej zębów górnych niż dolnych, zwłaszcza przy niewłaściwym położeniu zęba w łuku. GR2 występowały częściej u osób, u których stwierdzono wadę zgryzu. W analizie regresji wielokrotnej liniowej wykazano istotną dodatnią korelację pomiędzy średnimi wartościami klinicznego położenia przyczepu łącznotkankowego (CAL) oraz wartościami interproksymalnego wskaźnika płytki (API) a występowaniem GR1. Stwierdzono korelację ujemną między średnimi wartościami głębokości kieszonek (PPD) oraz wartościami wskaźnika krwawienia (BoP) a występowaniem GR1. **Wnioski.** Recesje dziąseł u mieszkańców Warszawy w wieku 35–44 lat występowały bardzo często. Zaobserwowano zależności pomiędzy poziomem higieny jamy ustnej oraz rozległością stanu zapalnego a częstością występowania recesji dziąsłowych. **(Górski B, Orzechowska A, Wyszyńska-Pomian M, Górka R. Występowanie recesji dziąseł u mieszkańców Warszawy w wieku 35–44 lat. Forum Ortod 2019; 15: 81-94).**

Nadesłano: 09.10.2018
Przyjęto do druku: 30.04.2019

Słowa kluczowe: epidemiologia, etiologia, czynniki ryzyka, recesje dziąseł

Wstęp

Recesja dziąsła to doszczytowe przemieszczenie tkanek miękkich w stosunku do połączenia szkliwno-cementowego (CEJ, Cementoenamel Junction), z odsłonięciem powierzchni korzenia (1). Recesje występują częściej po stronie wargowej, niż językowej zębów oraz dotyczą w większym stopniu zębów dolnych, niż górnych (2, 3). W zależności od populacji oraz wieku występowanie recesji określa się w przedziale 3–97% (4, 5). Poza zaburzeniami estetyki kompleksu białoczerwonego, recesje dziąsłowe mogą być związane z nadwrażliwością zębiny, występowaniem ubytków niepróchnicowego pochodzenia oraz próchnicy cementu korzeniowego (6).

Etiologia recesji dziąseł jest złożona i wieloczynnikowa. Wśród przyczyn wymienia się uwarunkowania anatomiczne, czynniki behawioralne i błędy jatrogenne. Czynniki anatomiczne można podzielić na dziąsłowe (cienki fenotyp dziąsła, syndrom pociągania związany z nieprawidłowymi przyczepami wędzidełek wargi i języka lub płytkiego przedSIONKA), kostne (dehiscencje w obrębie kostnej blaszki przedSIONKOWEJ/językowej) oraz zębowe w następstwie

and 92 men (85.2%). In 75 subjects 199 recessions ≥ 3 mm (GR2) were observed, in 16 subjects – 31 recessions ≥ 5 mm (GR3) were observed. The most frequent recessions were observed around molars in the maxilla and second premolars in the mandible. They were more frequent in men, people with higher education, income per family member < 800 PLN, former smokers and subjects with a lower number of support zones. GR1 was observed more often in the upper than lower teeth, especially in case of an improper tooth position in the dental arch. GR2 was more frequent in patients with malocclusions. The multiple linear regression analysis showed a significant positive correlation between mean values of the clinical attachment level (CAL), approximal plaque index (API) and GR1. A negative correlation was observed between mean values of the probing pocket depth (PPD), bleeding on probing (BoP) values and GR1. **Conclusions.** Gingival recessions in Warsaw residents aged 35–44 years were very common. Relationships between the level of oral hygiene, the extent of inflammation and the incidence of gingival recession were observed. **(Górski B, Orzechowska A, Wyszyńska-Pomian M, Górka R. Gingival recessions in Warsaw residents aged 35–44 years. Orthod Forum 2019; 15: 81-94).**

Received: 09.10.2018
Accepted: 30.04.2019

Key words: epidemiology, aetiology, risk factors, gingival recession

Introduction

Gingival recession means an apical shift of soft tissues in relation to the cemento-enamel junction (CEJ), with exposure of the root surface (1). Recession is more common on the labial side than on the lingual side of teeth, and affects lower teeth more often than upper teeth (2, 3). Depending on the population and age, the incidence of recession is defined as 3–97% (4, 5). In addition to disturbed red-white aesthetics, gingival recessions may be associated with dentin hypersensitivity, non-carious defects and root cementum caries (6).

The aetiology of gingival recession is complex and multifactorial. Causes include anatomical conditions, behavioural factors and iatrogenic errors. Anatomical factors can be divided into gingival (a thin gingival phenotype, pulling syndrome associated with abnormal attachments of labial and lingual frenula or a shallow vestibule), bone-related (dehiscences within the vestibular/lingual laminae) and dental caused by an abnormal tooth position within the alveolar process (a vestibular tooth position, crowding with rotations) (2, 7, 8, 9, 10). The effects of a primary occlusal trauma on gingival recession is controversial, but single recessions often coexist with traumatic nodes and occlusal

Gingival recessions in Warsaw residents aged 35-44 years

nieprawidłowej pozycji zęba w obrębie wyrostka zębodołowego (doprzedcionkowe położenie zęba, stłoczenia z rotacjami) (2, 7, 8, 9, 10). Wpływ pierwotnego urazu zgryzowego na rozwój recesji dziąsłowych jest kontrowersyjny, ale pojedyncze recesje często współwystępują z obecnością węzłów urazowych i przeszkód zwarciovych (11). Wśród czynników behawioralnych najważniejsze znaczenie wydaje się mieć uraz mechaniczny podczas szczotkowania zębów, związany ze stosowaniem twardej szczoteczki, niewłaściwą techniką szczotkowania oraz zbyt długim czasem szczotkowania zębów (2, 10, 12). W takim przypadku na zębach nie występuje płytka, ale często można zaobserwować ubytki niepróchnicowego pochodzenia o typie abrazyj. U osób starszych recesje dziąseł są najczęściej następstwem progresji zapalenia przyzębia i akumulacji biofilmu bakteryjnego na powierzchniach zębów (4, 9, 12, 13). Te recesje są symetryczne i towarzyszą im ubytki brodawek międzyzębowych (14). Czynniki jatrogenne obejmują przekroczenie szerokości biologicznej podczas leczenia zachowawczego/protetycznego, jak również przemieszczanie czy przechyłanie zębów w kierunku doprzedcionkowym w trakcie leczenia ortodontycznego, zwłaszcza przy współistniejącej cienkiej budowie fenotypowej tkanek przyzębia. Należy mieć na uwadze, że w większości przypadków ma jednak miejsce kumulacja czynników predysponujących (anatomicznych) z czynnikami wyzwalającymi (nabytymi) (15).

Wiedza na temat częstości występowania recesji u osób dorosłych ma duże znaczenie kliniczne, ponieważ coraz większa liczba pacjentów powyżej 30. roku życia decyduje się na leczenie aparatami stałymi. W tym przypadku u pacjentów z występującymi recesjami konieczna jest wnikliwa ocena budowy fenotypowej tkanek przyzębia determinowanej przez fenotyp dziąsła oraz przez morfotyp kości. Typ budowy tkanek warunkuje miejscową odpowiedź na procesy zapalne oraz czynniki urazowe. Przy cienkim fenotypie istnieje większe prawdopodobieństwo rozwoju recesji dziąseł, natomiast w przypadku grubego fenotypu dochodzi częściej do formowania kieszonek przyzębnych. Podczas ortodontycznego rozszerzania łuków zębowych w przypadku cienkiego fenotypu, zwłaszcza przy zębach z występującymi recesjami, może dojść do dalszej utraty tkanek twardych i miękkich, a tym samym – do powiększenia recesji. Niekontrolowany ruch zębów w kierunku doprzedcionkowym może nawet spowodować utratę zewnętrznej blaszki kostnej wyrostka. W takich sytuacjach należy rozważyć alternatywne metody leczenia ortodontycznego, w tym leczenie ekstrakcyjne lub stripping. Jedną z opcji jest również przeprowadzenie przed leczeniem ortodontycznym kortykotomii – zabiegu nacięcia kości z wykorzystaniem piezosurgery, co pozwala na przesuwanie blaszki kostnej wraz z zębami. Postępowaniem opcjonalnym mogą być zabiegi z zakresu augmentacji tkanek miękkich, które wykorzystują wolne (przeszczepy nabłonkowo-

obstacles (11). Among the behavioural factors, the most important seems to be a mechanical trauma while tooth brushing, associated with the use of a hard toothbrush, improper brushing technique, and too long duration of tooth brushing (2, 10, 12). In this case, there is no plaque on teeth, but non-carious defects consistent with abrasion can be often observed. In older people, gingival recessions are most often a consequence of the progression of periodontitis and the accumulation of bacterial biofilm on tooth surfaces (4, 9, 12, 13). These recessions are symmetrical and accompanied by deficit interdental papillae (14). Iatrogenic factors include exceeding biological width during conservative/prosthetic treatment, as well as tooth displacement or inclination in the vestibular direction during orthodontic treatment, especially when there is a coexisting thin phenotype of periodontal tissues. It should be noted that in most cases; however, there is accumulation of predisposing (anatomical) factors with triggering (acquired) factors (15).

Knowledge of the incidence of recessions in adults is of great clinical importance, as more and more patients over the age of 30 years decide to use fixed appliances. In this case, the phenotypic structure of periodontal tissues determined by the gingival phenotype and bone morphology should be thoroughly evaluated in patients with recessions. The type of tissue structure determines a local response to inflammatory processes and trauma factors. When there is a thin phenotype, gingival recessions are more likely to develop, whereas with a thick phenotype periodontal pockets are more likely formed. During orthodontic expansion of dental arches when there is a thin phenotype, especially in teeth with recession, further loss of hard and soft tissues, namely recession progression, may occur. Uncontrolled movement of teeth in the vestibular direction may even cause the loss of the external bone lamina of the process. In such situations, alternative methods of orthodontic treatment, including extraction or stripping, should be considered. One of the options is also to perform corticotomy before orthodontic treatment – a bone incision procedure using piezosurgery, which allows to move the bone lamina together with teeth. Optional procedures may include soft tissue augmentation procedures that use free (epithelial-connective tissue grafts and subepithelial connective tissue grafts) and pedunculated soft tissue grafts (shifted coronally, rotated, laterally shifted and tunnel techniques). In this situation, when the direction and scope of planned orthodontic movements are known precisely, it is possible to plan the optimal type, sequence and scope of surgical procedures.

Aim

The aim of the paper was to assess the incidence of gingival recessions and to analyse the effects of potential risk factors of recession on its incidence in a group of adult residents of Warsaw.

łącnotkankowe i przeszczepy podnabłonkowej tkanki łącznej) oraz uszypułowane przeszczepy tkanek miękkich (przesunięte dokoronowo, zrotowane, przesunięte bocznie i techniki tunelowe). W tym kontekście znajomość kierunku oraz zakresu planowanych ruchów ortodontycznych pozwala zaplanować optymalny rodzaj, kolejność i zasięg zabiegów chirurgicznych.

Cel

Celem pracy była ocena częstości występowania recesji dziąseł oraz analiza wpływu czynników potencjalnie recesjogennych na ich występowanie w grupie dorosłych mieszkańców Warszawy.

Materiał i metody

Raportowane badanie jest częścią ogólnopolskiego projektu "Ocena potrzeb profilaktyczno-leczniczych w wybranych grupach wiekowych populacji polskiej na podstawie częstości występowania chorób przyzębia" (kierownik: prof. dr hab. n. med. Renata Górski). W Ministerstwie Spraw Wewnętrznych i Administracji metodą losowania dwuwarstwowego wyłoniono grupę 2000 mieszkańców Warszawy w wieku 35–44 lat, które listownie zaproszono do wzięcia udziału w badaniu prowadzonym przez Zakład Chorób Błony Śluzowej i Przyzębia Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego. Wszystkie osoby zgłaszające się na to badanie wyraziły zgodę i na nie, i na przetwarzanie zgromadzonych danych, podpisując odpowiednie oświadczenie. Badanie przeprowadzono w 2011 i 2012 roku, ale nigdy nie opublikowano zebranych danych dotyczących recesji dziąseł.

Do wzięcia udziału w badaniu zgłosiło się 250 osób (142 kobiety i 108 mężczyzn). Średnia wieku grupy wynosiła 40,5 lat ($\pm 2,9$).

W celu przeprowadzenia badania korzystano z odpowiednio skonstruowanego kwestionariusza. Na podstawie informacji zebranych z wywiadu uzyskano dane na temat dochodu na członka rodziny: < 800 PLN, 801–1500 PLN oraz powyżej 1500 PLN; wykształcenia: podstawowe, średnie, wyższe; nikotynizmu: podział na osoby nigdy niepalące, byłych palaczy oraz obecnych palaczy (w ostatnim przypadku określano liczbę lat trwania nałogu i liczbę papierosów wypalanych dziennie); wskaźnik BMI obliczono, dzieląc masę ciała (w kg) przez wzrost podniesiony do potęgi drugiej, przy czym BMI 17–18,49 kg/m² zdefiniowano jako niedowagę, 18,5–24,99 kg/m² – jako wagę prawidłową, 25–29,9 kg/m² – jako nadwagę, a BMI ≥ 30 kg/m² – jako otyłość.

Badanie stomatologiczne i periodontologiczne zostało przeprowadzone przez skalibrowanego badacza: w sztucznym oświetleniu, przy użyciu lusterka stomatologicznego oraz sondy periodontologicznej wyskalowanej co 1 mm (Hu-Friedy PCPUNC 15). Oceniono następujące zmienne:

Material and methods

This study is part of a nationwide project entitled "Assessment of prophylactic and therapeutic needs in selected age groups of the Polish population based on the incidence of periodontal diseases" (manager: prof. Renata Górski, MD, PhD). In the Ministry of Internal Affairs and Administration, a group of 2000 Warsaw residents aged 35–44 years was selected by means of a two-layer draw. The group received letters inviting to take part in the study conducted by the Department of Mucosal and Periodontal Diseases of the Medical University of Warsaw. All subjects invited for this study consented to the study and to the processing of the collected data by signing a proper consent form. The study was conducted in 2011 and 2012, but the collected data on gingival recession were never published.

250 people (142 women and 108 men) participated in the study. The mean age of patients was 40.5 years ($\pm 2,9$).

A properly structured questionnaire was used to carry out the study. Based on information from the interview, the following data were obtained regarding a family income per family member: < 800 PLN, 801–1500 PLN and above 1500 PLN; education: primary, secondary, higher; nicotine: subjects who had never smoked, former and current smokers (in the last group, the duration of addiction and number of cigarettes per day were determined); BMI was calculated by dividing the body mass (in kg) by height square, and BMI 17–18.49 kg/m² was defined as underweight, 18.5–24.99 kg/m² – normal weight, 25–29.9 kg/m² – overweight, and BMI ≥ 30 kg/m² – obesity.

A dental and periodontal examination was conducted by a calibrated researcher under artificial lighting, using a dental mirror and a periodontal probe calibrated every 1 mm (Hu-Friedy PCPUNC 15). The following variables were assessed:

- dichotomous plaque index (PI) by O'Leary et al. on four surfaces of all teeth, as the ratio of plaque containing surfaces to the number of all tested surfaces (16);
- dichotomous approximal plaque index (API) by Lange et al. as the ratio of plaque containing interdental spaces to the number of all tested interdental spaces (17);
- bleeding on probing (BoP) index by Ainamo and Bay in four points around all teeth: mesial buccal – MB, buccal – B, distal buccal – DB, and lingual – L; BoP was calculated by dividing the sum of bleeding points by the sum of all tested points (18);
- probing pocket depth (PPD) in four points around all teeth, i.e. MB, B, DB and L; PPD is defined as the distance from the gingival margin to the bottom of the pocket (in mm);
- position of the clinical attachment level (CAL) in four points around all teeth, i.e. MB, B, DB and L; CAL is defined as the distance between the bottom of the pocket and the cemento-enamel junction (in mm);

Gingival recessions in Warsaw residents aged 35-44 years

- dychotomiczny wskaźnik płytki nazębnej (PI- Plaque Index) wg O'Leary i wsp. na czterech powierzchniach wszystkich zębów, jako stosunek powierzchni z płytką nazębną do wszystkich badanych powierzchni (16);
- dychotomiczny wskaźnik płytki na powierzchniach stycznych API (Approximal Plaque Index) wg Lange i wsp., jako stosunek przestrzeni międzyzębowych z płytką nazębną do wszystkich badanych przestrzeni międzyzębowych (17);
- wskaźnik krwawienia podczas sondowania (BoP – Bleeding on Probing) wg Ainamo i Bay w czterech punktach wokół wszystkich zębów: policzkowym bliższym – MB, policzkowym pośrodkowym – B, policzkowym dalszym – DB i językowym pośrodkowym – L; BoP obliczono, dzieląc sumę krwawiących punktów przez sumę wszystkich badanych punktów (18);
- głębokość kieszonek (PPD – Probing Pocket Depth) w czterech punktach wokół wszystkich zębów, tj. MB, B, DB i L; PPD zdefiniowano jako odległość od brzegu dziąsła do dna kieszonki (w mm);
- położenie przyczepu łącznotkankowego (CAL – Clinical Attachment Level) w czterech punktach wokół wszystkich zębów, tj. MB, B, DB i L; CAL zdefiniowano jako odległość pomiędzy dnem kieszonki a granicą szkliwno-cementową (w mm);
- występowanie recesji dziąseł (GR – Gingival Recession) w dwóch punktach wokół wszystkich zębów, tj. B i L; GR zdefiniowano jako odległość pomiędzy granicą szkliwno-cementową a brzegiem dziąsła (w mm); oceniano liczbę recesji dziąseł (GR1), liczbę recesji ≥ 3 mm (GR2), liczbę recesji ≥ 5 mm (GR3);
- liczbę zębów w jamie ustnej (z pominięciem zębów trzonowych trzecich);
- liczbę stref podparcia;
- obecność urazu zgryzowego, a jeżeli występował, oceniano również wady zębowe lub wady zgryzu.

Analizy statystyczne zostały wykonane w programie Statistica 13. Dla badanych zmiennych ilościowych zostały obliczone podstawowe statystyki opisowe (średnie i odchylenia standardowe), natomiast dla zmiennych skategoryzowanych zostały określone liczebności i udziały procentowe poszczególnych klas. Ocena zależności między wybranymi zmiennymi a recesjami została przeprowadzona z wykorzystaniem współczynników korelacji Pearsona oraz analizy regresji wielokrotnej liniowej. Związki między parami zmiennych skategoryzowanych zostały ocenione z wykorzystaniem testu chi-kwadrat. We wszystkich analizach został przyjęty poziom istotności 0,05.

Wyniki

Charakterystykę socjodemograficzną, stomatologiczną i periodontologiczną przedstawiono w tabeli 1. Występowanie

- presence of gingival recession (GR) in two points around all teeth, i.e. B and L; GR is defined as the distance between the cemento-enamel junction and the gingival margin (in mm); the number of gingival recessions (GR1), the number of recessions ≥ 3 mm (GR2), the number of recessions ≥ 5 mm (GR3) were evaluated;
- number of teeth in the oral cavity (excluding third molars);
- number of support zones;
- presence of an occlusal trauma and, if present, dental defects or malocclusions were also assessed.

Statistical analyses were performed in the Statistica 13 software. For the tested quantitative variables, basic descriptive statistics (means and standard deviations) were calculated, whereas for categorised variables – numbers and percentages of individual classes were calculated. The relationship between selected variables and recessions was evaluated using Pearson correlation coefficients and a multiple linear regression analysis. The relationships between pairs of categorised variables were evaluated using the chi-square test. The significance level of 0.05 was applied in all analyses.

Results

Table 1 shows social, demographic, dental and periodontal parameters. Gingival recessions (1614) were found in 207 subjects (82.8%), 115 women (81.0%) and 92 men (85.2%) (Tab. 2). In 75 subjects 199 recessions ≥ 3 mm (GR2) were observed, in 16 subjects – 31 recessions ≥ 5 mm (GR3) were observed. The most frequent recessions were observed around molars in the maxilla and second premolars in the mandible (Tab. 3).

Table 4 shows statistics for gingival recessions. They were more frequent in men, people with higher education, income per family member < 800 PLN, former smokers and subjects with a lower number of support zones (the highest number of GR1 was observed for one support zone, and of GR2 – for none of support zones). GR1 was observed more often in the upper than lower teeth, especially in case of an improper tooth position in the dental arch. GR2 was more frequent in patients with malocclusions.

A significant positive correlation between the number of all recessions and the number of cigarettes smoked per day, the PI index and mean PPD and CAL values was found in the correlation analysis to assess relationships between pairs of variables (Tab. 5). A negative correlation was found between the number of gingival recessions and the presence of a dental defect, the number of support zones and the BoP index. The model created for the multiple linear regression analysis confirmed that the increase in mean CAL values at B and L points and the increase in the API value statistically significantly increased the incidence of gingival recessions,

Tabela 1. Demograficzna i stomatologiczna charakterystyka grupy badanej (N=250)**Table 1. Demographic and dental characteristics of the study group (N=250)**

Zmienne demograficzne i stomatologiczne / Demographic and dental variables	
Płeć, n (%) / Sex, n (%)	
Kobiety / Women	142 (56.8)
Mężczyźni / Men	108 (43.2)
Wiek, średnia \pm SD / Age, mean \pm SD	40.5 \pm 2.9
Dochód, n (%) / Income, n (%)	
> 1500 PLN	132 (56.4)
800–1500 PLN	71 (30.3)
< 800 PLN	31 (13.2)
Wykształcenie, n (%) / Education, n (%)	
Wyższe / Higher	149 (60.6)
Średnie / Secondary	73 (29.7)
Podstawowe / Primary	24 (9.8)
Palenie papierosów, n (%) / Smoking habit, n (%)	
Nigdy / Never	149 (59.8)
W przeszłości / Past	53 (21.3)
Obecnie / Current	47 (18.9)
Liczba lat palenia papierosów, średnia \pm SD / Years of smoking, mean \pm SD	13.35 \pm 6.98
Liczba papierosów wypalanych dziennie, średnia \pm SD / Number of cigarettes smoked per day, mean \pm SD	11.94 \pm 8.20
BMI (kg/m ²), mean \pm SD	25.14 \pm 17.01
Masa ciała, n (%) / Body weight, n (%)	
Niedowaga / Underweight	8 (3.9)
Prawidłowa / Normal	98 (48.0)
Nadwaga / Overweight	71 (34.8)
Otyłość / Obesity	27 (13.2)
Liczba zębów, średnia \pm SD / Number of teeth, mean \pm SD	24.10 \pm 3.46
Strefy podparcia, n (%) / Support zones, n (%)	
Brak / None	8 (3.2)
Jedna / One	6 (2.4)
Dwie / Two	11 (4.4)
Trzy / Three	20 (8.0)
Cztery / Four	204 (81.9)
Uraz zgryzowy, n (%) / Occlusal trauma, n (%)	
Brak / None	33 (14.2)
Wada zębowa / Tooth disorders	62 (26.7)
Wada zgryzu / Malocclusion	14 (6.0)
Wada zębowa i wada zgryzu / Both	123 (53.0)
Zmienne periodontologiczne / Periodontal variables	
PI, n (%)	6.0 \pm 17.8
API, n (%)	83.8 \pm 19.7
BoP, n (%)	27.0 \pm 16.0
PPD, mean \pm SD	2.03 \pm 0.48
CAL, mean \pm SD	1.30 \pm 1.01
GR, mean \pm SD	6.46 \pm 7.66

*Gingival recessions in Warsaw residents aged 35-44 years***Tabela 2. Rozkład recesji dziąseł w zależności od płci****Table 2. Distribution of gingival recession depending on gender**

	Ogólnie / Total n (%)	Kobiety / Females n (%)	Mężczyźni / Males n (%)
Liczba pacjentów z GR1 / Number of patients with GR1	207 (82.8)	115 (81.0)	92 (85.2)
Liczba recesji GR1 / Number of GR1	1614 (13.4)	897 (12.8)	717 (14.2)
Liczba pacjentów z GR2 / Number of patients with GR2	75 (30.0)	42 (29.6)	33 (30.6)
Liczba recesji GR2 / Number of GR2	199 (1.7)	109 (1.6)	90 (1.8)
Liczba pacjentów z GR3 / Number of patients with GR3	16 (6.4)	7 (4.9)	9 (8.3)
Liczba recesji GR3/ Number of GR3	31 (0.3)	18 (0.3)	13 (0.)

n- liczba; GR1 - recesja dziąsła; GR2 - recesja dziąsła ≥ 3 mm; GR3 - recesja dziąsła ≥ 5 mm
n- number; GR1 - gingival recession; GR2 - gingival recession ≥ 3 mm; GR3 - gingival recession ≥ 5 mm

recesji dziąsłowych (1614) stwierdzono u 207 osób (82,8%), w tym u 115 kobiet (81,0%) i 92 mężczyzn (85,2%) (Tab. 2.). U 75 badanych zaobserwowano 199 recesji ≥ 3 mm (GR2), a u 16 badanych – 31 recesji ≥ 5 mm (GR3). Recesje dotyczyły najczęściej zębów trzonowych w szczęce oraz przedtrzonowych drugich w żuchwie (Tab. 3.).

W tabeli 4. przedstawiono statystyki dla recesji dziąseł. Częściej występowały one u mężczyzn, osób o wykształceniu wyższym, dochodzie na członka rodziny < 800 PLN, byłych palaczy i u osób z mniejszą liczbą stref podparcia (najwięcej recesji GR1 było przy jednej strefie podparcia, a recesji GR2 – przy braku stref podparcia). GR1 dotyczyły częściej zębów górnych niż dolnych, zwłaszcza przy niewłaściwym położeniu zęba w łuku zębowym. GR2 występowały częściej u osób, u których stwierdzono wadę zgryzu.

W analizie korelacji mającej na celu ocenę związków między parami cech (Tab. 5.) wykazano istotną dodatnią korelację między liczbą wszystkich recesji a liczbą papierosów wypalanych dziennie, wskaźnikiem PI oraz średnimi wartościami PPD i CAL. Wykazano korelację ujemną między liczbą recesji dziąsłowych a występowaniem wady zębowej, liczbą stref podparcia i wskaźnikiem BoP. Model stworzony dla potrzeb analizy regresji wielokrotnej liniowej potwierdził, że wzrost średnich wartości CAL w punktach B i L oraz wzrost wartości wskaźnika API statystycznie istotnie zwiększają występowanie recesji dziąsłowych, a wzrost średnich wartości PPD w punktach B i L oraz wzrost wartości wskaźnika BoP statystycznie istotnie zmniejszają występowanie recesji dziąsłowych (Tab. 6.).

while the increase in mean PPD values at B and L points and the increase in BoP values statistically significantly decreased the incidence of gingival recessions (Tab. 6).

Discussion

In our study, gingival recessions were very common despite the relatively young age of patients. GR1 was observed in 207 subjects (82.8%). In 75 subjects, 199 recessions ≥ 3 mm (GR2) were observed, in 16 subjects – 31 recessions ≥ 5 mm (GR3) were observed. The most frequent recessions were observed around molars in the maxilla and around second premolars in the mandible. GR1 was more frequent in teeth with an abnormal position in the arch, while GR2 in the case of malocclusions. The data presented show that the problem is of high importance. Orthodontic treatment of patients with recessions or factors increasing the likelihood of recessions requires a great deal of attention both at the planning stage and during orthodontic treatment.

Studies by other authors have confirmed that the incidence of gingival recessions in the adult population is high. A similar incidence of recession was observed in Norway (85.4%) (19). However, a much larger scale of this problem was found in Brazil (97.3%) (20). Zawada et al. examined 303 randomly selected residents of Wrocław aged 35–44 years and found 1052 gingival recessions in 212 subjects (69.95%), including 216 cases with the height of ≥ 3 mm and 14 cases with the height of ≥ 5 mm (21). A lower incidence of recessions was also observed in Greece, France, Sweden and the USA (79.4%;

Dyskusja

W omawianej pracy własnej występowanie recesji dziąsłowych było bardzo częste, mimo relatywnie młodego wieku pacjentów. GR1 zaobserwowano u 207 osób (82,8%). U 75 badanych stwierdzono 199 recesji ≥ 3 mm (GR2), a u 16 badanych – 31 recesji ≥ 5 mm (GR3). Recesje najczęściej występowały na zębach trzonowych w szczęce oraz na zębach przedtrzonowych drugich w żuchwie. GR1 występowały częściej na zębach o nieprawidłowej pozycji w łuku, natomiast GR2 w przypadku stwierdzenia wady zgryzu. Przedstawione dane świadczą o wysokiej randze problemu. Leczenie ortodontyczne pacjentów z występującymi recesjami lub czynnikami zwiększającymi prawdopodobieństwo wystąpienia recesji wymaga dużej uwagi zarówno na etapie planowania, jak i podczas prowadzenia leczenia ortodontycznego.

Badania innych autorów potwierdziły, że częstość występowania recesji dziąseł w populacji dorosłych jest duża. Podobna frekwencja recesji występowała w Norwegii (85,4%) (19). Natomiast znacznie większą skalę tego problemu stwierdzono w Brazylii (97,3%) (20). Zawada i wsp. zbadali 303 losowo wybranych mieszkańców Wrocławia w wieku 35–44 lat i stwierdzili występowanie 1052 recesji dziąseł u 212 osób (69,95%), w tym 216 o wysokości ≥ 3 mm oraz 14 o wysokości ≥ 5 mm (21). Również mniejszą frekwencję recesji zaobserwowano w Grecji, we Francji, Szwecji oraz w USA (odpowiednio: 79,4%; 75,6%; 75%; 56,5%) (9, 10, 22, 23). Podobnie do wyników pracy własnej, Susin i wsp. i Chrysanthakopoulos najczęściej spotykali recesje dziąsłowe na zębach trzonowych w szczęce oraz na zębach przedtrzonowych w żuchwie (10, 20). W badaniu Zawady i wsp. takimi zębami w szczęce były zęby trzonowe pierwsze oraz sieczne drugie, a w żuchwie – zęby przedtrzonowe pierwsze (21). Z drugiej strony Albander i Kingman obserwowali recesje najczęściej na zębach trzonowych w szczęce i zębach siecznych przyśrodkowych w żuchwie: Serino i wsp. – na górnych kłach i dolnych zębach siecznych, a Mythri i wsp. – na dolnych zębach siecznych (22, 23, 24). Autorzy w pracy własnej zaobserwowali większą frekwencję recesji w szczęce, podobnie jak Zawada i wsp., jednak przeważająca część badaczy stwierdzała, że recesje częściej dotyczą zębów dolnych (2, 3, 21, 25).

Wielu autorów wskazało doprzedsiębiorcze ustawienie zęba w łuku zębowym jako czynnik predysponujący do wystąpienia recesji dziąsła (1, 10, 15, 26). Arowojolu udowodnił, że przy tak położonych zębach grubość kostnej blaszki przedsiębiorczej jest niewielka, a w wielu przypadkach występują dehiscencje i fenestracje (27). W raportowanym badaniu recesje częściej występowały przy zębach o niewłaściwym położeniu w łuku. Z drugiej strony Lafzi i wsp. nie zaobserwowali zależności pomiędzy frekwencją recesji dziąsła a położeniem zęba w łuku (28).

W analizie regresji wielokrotnej liniowej w badaniu własnym wykazano istotne zależności pomiędzy

Tabela 3. Rozkład recesji dziąseł w zależności od zęba
Table 3. Distribution of gingival recession depending on the tooth type

Ząb / Tooth	Ogólnie / Total n	Kobiety / Females n	Mężczyźni / Males n
17	76	45	31
16	78	49	29
15	54	26	28
14	43	17	26
13	26	11	15
12	15	10	5
11	17	8	9
21	19	8	11
22	15	10	5
23	24	12	12
24	32	17	15
25	41	19	22
26	71	49	22
27	73	40	33
37	37	21	16
36	37	25	12
35	57	32	25
34	33	17	16
33	22	10	12
32	26	10	16
31	39	18	21
41	34	15	19
42	23	12	11
43	22	10	12
44	37	23	14
45	73	47	26
46	37	24	13
47	41	24	17

n- liczba /number

75.6%; 75%; 56.5%, respectively) (9, 10, 22, 23). Similarly to the results of their own work, Susin et al. and Chrysanthakopoulos et al. most frequently observed gingival recessions around molars in the maxilla and around premolars in the mandible (10, 20). In the study by Zawada et al., such teeth in the maxilla included first molars and second incisors, and in the mandible – first premolars (21). On the other hand,

Gingival recessions in Warsaw residents aged 35-44 years

Tabela 4. Statystyki dla recesji dziąseł
Table 4. Statistics for gingival recessions

Zmienna / Variable	Liczba osób z recesjami GR1 n (% do wszystkich osób) / Number of subjects with GR1 recession	p	Liczba osób z recesjami GR2 n (% do wszystkich osób) / Number of subjects with GR2 recession	p
Płeć / Sex		0.383		0.867
Kobiety / Females	115 (81.0)		42 (29.6)	
Mężczyźni / Males	92 (85.2)		33 (30.6)	
Wykształcenie / Education		0.183		0.583
Podstawowe / Primary	20 (83.3)		10 (41.7)	
Średnie / Secondary	60 (82.2)		22 (30.1)	
Wyższe / Higher	123 (139.9)		42 (50.8)	
Dochód / Income		0.632		0.320
< 800 PLN	26 (83.9)		13 (41.9)	
800–1500 PLN	56 (78.9)		20 (28.2)	
> 1500 PLN	111 (84.1)		38 (28.8)	
Nikotynizm / Smoking		0.658		0.531
Obecny / Current	41 (87.2)		17 (36.2)	
Były / Past	43 (81.1)		14 (26.4)	
Nigdy / Never	122 (81.9)		43 (28.9)	
Wada zębowa / Tooth disorders		0.224		0.637
Tak / Yes	150 (81.1)		54 (29.2)	
Nie / No	57 (87.7)		21 (32.3)	
Wada zgryzu/ Malocclusion		0.135		0.598
Tak / Yes	150 (81.1)		43 (31.4)	
Nie / No	57 (87.7)		32 (28.3)	
Liczba stref podparcia / Number of support zones		0.571		0.001
0	7 (87.5)		7 (87.5)	
1	6 (100.0)		4 (66.7)	
2	10 (90.9)		5 (45.5)	
3	18 (90.0)		6 (30.0)	
4	166 (81.4)		53 (26.0)	
Szczęka / Maxilla	175 (70.0)	0.154	45 (18.0)	0.496
Żuchwa / Mandible	160 (64.0)		51 (20.4)	

n- liczba; GR1- recesja dziąsła; GR2- recesja dziąsła ≥ 3 mm; GR3- recesja dziąsła ≥ 5 mm
n- number; GR1- gingival recession; GR2- gingival recession ≥ 3 mm; GR3- gingival recession ≥ 5 mm

występowaniem recesji dziąsłowych a średnimi wartościami CAL na powierzchniach przedśionkowych, wartościami wskaźnika API (wpływ znamienne nasilający) oraz średnimi wartościami PPD i wartościami wskaźnika BoP (wpływ znamienne zmniejszający). Te obserwacje odpowiadają wynikom badań szwedzkich i greckich. Serino i wsp. wykazali, że występowanie recesji zależy od utraty przyczepu łącznotkankowego na powierzchniach przedśionkowych,

Albander and Kingman observed the most recessions around molars in the maxilla and medial incisors in the mandible; Serino et al. – around upper canines and lower incisors, and Mythri et al. – around lower incisors (22, 23, 24). In their work the authors observed a higher incidence of recessions in the maxilla, similarly to Zawada et al., but the great majority of researchers stated that recessions were more frequent around lower teeth (2, 3, 21, 25).

utrąty kości w przestrzeniach międzyzębowych, wskaźnika płytki (wpływ nasilający) oraz od nasilenia stanu zapalnego dziąseł na powierzchniach przedsionkowych (wpływ zmniejszający) (22). W badaniu Chrysanthakopoulos frekwencja recesji dziąsłowych była związana z obecnością kamienia poddziąsłowego, płytki nazębnej, stanu zapalnego dziąsła i nieprawidłowego położenia zęba w łuku (10). Zawada i wsp. potwierdzili wpływ nikotynizmu (wpływ nasilający) i rozległości stanu zapalnego dziąsła (wpływ zmniejszający) na liczbę recesji (21). Podobny wpływ nikotynizmu na występowanie i liczbę recesji raportowali Sarfati i wsp., Susin i wsp., Manchala i wsp. i Toker i Ozdemir, ale Möller i wsp. nie zaobserwowali takiej zależności (8, 9, 20, 25, 29). Matas i wsp. w obserwacji 10-letniej obliczyli, że wzrost wysokości recesji w 21% zależał od zalegania płytki nazębnej, rozległości stanu zapalnego dziąsła, głębokości kieszonek przyzębnych i szerokości strefy dziąsła zrogowaciałego (12).

Większość badań zwraca uwagę na niewłaściwe zachowania dotyczące higieny jamy ustnej jako istotne czynniki recesjogenne (2, 10, 24). Opublikowany przez Rajapakse i wsp. przegląd systematyczny potwierdził zależność pomiędzy frekwencją recesji a częstotliwością, czasem również i techniką mycia zębów (30). Kchocht i wsp. wykazali, że recesja jest związana z częstością szczotkowania zębów oraz używaniem twardej szczoteczki, a Chrysanthakopoulos wśród czynników predysponujących wymienił stosowanie szczoteczki manualnej o średniej twardości włosia i wykonywanie ruchów poziomych podczas szczotkowania zębów (2, 10). Prawdopodobieństwo wystąpienia recesji było 2,1 razy większe w przypadku szczotkowania zębów częściej niż dwa razy dziennie (31). Poza tym stopień zaawansowania recesji był prawie dwa razy większy u pacjentów, którzy szczotkowali zęby dłużej niż 3 minuty, w porównaniu do osób szczotkujących zęby krócej niż jedną minutę (32). Najnowsza metaanaliza dotycząca tej problematyki zwraca jednak uwagę na zbyt małą liczbę randomizowanych badań kontrolnych dotyczących tej problematyki (33). Niemniej jednak u pacjentów z cienkim fenotypem dziąsła lub występującymi recesjami konieczne jest zwrócenie dużej uwagi na stosowanie szczoteczek o miękkim włosiu i odpowiedniej metody szczotkowania (szczególnie polecane są metody wibrujące lub metoda roll, a przeciwwskazana jest metoda okrężna) podczas instruktażu higieny jamy ustnej. Jest to szczególnie istotne w trakcie leczenia ortodontycznego, gdy obecność stałego aparatu utrudnia optymalną kontrolę płytki nazębnej.

Prewencja recesji dziąsłowych ma duże znaczenie w kontekście leczenia ortodontycznego, i temu zagadnieniu poświęcono dużo uwagi w literaturze tematu. Leczenie ortodontyczne może promować wystąpienie recesji dziąsła, a ruch zęba przekraczający kopertę kostną może być przyczyną rozwoju dehiscencji kostnej (34, 35). W przypadku braku podparcia, tkanki miękkie dziąsła mogą ulec

Many authors indicated a vestibular position of a tooth in the dental arch to be a predisposing factor for gingival recession (1, 10, 15, 26). Arowojolu proved that with such location of teeth the thickness of the bone vestibular lamina was small and in many cases dehiscences and fenestrations were present (27). In the reported study, recessions were more frequent around teeth with an incorrect position in the arch. On the other hand, Lafzi et al. did not observe any correlations between the incidence of gingival recessions and the position of a tooth in the arch (28).

In the multiple linear regression analysis in our study significant correlations between the incidence of gingival recessions and mean CAL values on vestibular surfaces, API values (a significantly increasing effect) and mean PPD values and BoP values (a significantly decreasing effect) were observed. These observations correspond to the results of Swedish and Greek studies. Serino et al. demonstrated that the presence of recessions depended on the loss of a connective tissue attachment on vestibular surfaces, bone loss in interdental spaces, plaque index (an increasing effect) and on the severity of gingivitis on vestibular surfaces (a decreasing effect) (22). In the study by Chrysanthakopoulos, the incidence of gingival recessions was associated with subgingival tartar, dental plaque, presence of gingivitis and an abnormal position of a tooth in the arch (10). Zawada et al. confirmed the effects of nicotine (an increasing effect) and the intensity of gingivitis (a decreasing effect) on the number of recessions (21). Similar effects of nicotine on the presence and number of recessions were reported by Sarfati et al., Susin et al., Manchala et al. and Toker and Ozdemir, but Möller et al. did not observe such correlations (8, 9, 20, 25, 29). In their 10-year follow-up Matas et al. calculated that the increase in the recession height depended in 21% on the dental plaque accumulation, the extent of gingivitis, the depth of periodontal pockets and the keratinised gingiva width (12).

Most studies draw attention to improper oral hygiene habits as an important factor favouring recession (2, 10, 24). The systematic review published by Rajapakse et al. confirmed the relationship between the incidence of recessions and the frequency of tooth brushing and sometimes a brushing technique (30). Kchocht et al. demonstrated that recession was related to the frequency of tooth brushing and the use of a hard toothbrush, and Chrysanthakopoulos mentioned the use of a manual medium-bristled toothbrush and horizontal movements while tooth brushing as predisposing factors (2, 10). The likelihood of recession was 2.1 times higher when teeth were brushed more than twice a day (31). In addition, the recession severity was almost double in patients who brushed teeth longer than 3 minutes compared to those who brushed teeth for less than 1 minute (32). However, the latest meta-analysis in this field emphasises there is an insufficient number of randomised controlled studies on this issue (33). Nonetheless, in patients with

Gingival recessions in Warsaw residents aged 35-44 years

Tabela 5. Analiza korelacji liczby recesji GR1 z potencjalnymi czynnikami recesjogennymi

Table 5. Correlation analysis of number of GR1 gingival recessions with potential risk factors for recession

	Recesje policzkowe i językowe / Buccal and lingual gingival recessions	Recesje językowe / Lingual recessions	Recesje policzkowe / Buccal recessions
Płeć / Sex	-0.08	-0.10	-0.06
Wykształcenie / Education	-0.07	-0.08	-0.05
Dochód / Income	-0.12	-0.12	-0.11
Nikotynizm / Smoking	0.05	0.06	0.05
Liczba papierosów wypalanych dziennie / Number of cigarettes smoked per day	0.24*	0.26*	0.21
Wada zębowa / Tooth disorder	-0.14*	-0.13*	-0.15*
Wada zgryzu / Malocclusion	-0.04	-0.03	-0.05
Liczba stref podparcia / Number of support zones	-0.26*	-0.27*	-0.23*
PI	0.17*	0.15*	0.19*
API	0.13	0.14*	0.13
BoP	-0.14*	-0.12	-0.16*
PPD	0.20*	0.21*	0.17*
CAL	0.76*	0.76*	0.74*

* istotność statystyczna; PI - wskaźnik płytki; API - interproksymalny wskaźnik płytki; BoP - wskaźnik krwawienia; PPD - głębokość kieszonki; CAL - kliniczny poziom przyczepu łącznotkankowego

* statistically significant; PI - plaque index; API - approximal plaque index; BoP - bleeding on probing; PPD - probing pocket depth; CAL - clinical attachment level

Tabela 6. Regresja wielokrotna dla liczby recesji GR1 jako zmiennej zależnej

Table 6. Multiple regression of the number of GR1 gingival recession as a dependent variable

	b - standaryzowany / standardized	b	p
CAL	1.119	0.205	<0.001
PPD	-0.547	-0.212	<0.001
API	0.134	0.139	<0.001
BOP	-0.132	-0.169	<0.001

CAL - kliniczny poziom przyczepu łącznotkankowego; PPD - głębokość kieszonki; API - interproksymalny wskaźnik płytki; BoP - wskaźnik krwawienia

CAL - clinical attachment level; PPD - probing pocket depth; API - approximal plaque index; BoP - bleeding on probing

a thin gingival phenotype or recessions, great attention must be paid to the use of soft bristled toothbrushes and appropriate brushing techniques (vibrating or roll methods are particularly recommended and a circular method is contraindicated) during oral hygiene briefing. This is particularly important during orthodontic treatment, when the presence of permanent braces hinders optimal control of the dental plaque.

przesunięciu dowierzchołkowemu (36). Morris i wsp. zaobserwowali wystąpienie recesji na 5,8% zębów bezpośrednio po zakończonym leczeniu ortodontycznym (37). Nasilenie recesji nie było duże, ponieważ jedynie w 0,6% wysokość recesji miała wartość > 1 mm. Renkema i wsp. stwierdzili recesję u 6,6% pacjentów, a Slutzkey i Levin – u 22,9% (38, 39). Po pięciu latach liczba pacjentów z recesjami wzrosła do 37,7% (38). W innym badaniu, po około 15 latach, recesje dotyczyły 55,7% pacjentów (41,7% zębów, ale tylko w przypadku 7,0% zębów wysokość recesji wynosiła > 1 mm) (37). Recesje najczęściej występowały na zębach siecznych dolnych (26,1–25,4%) i częściej dotyczyły zębów siecznych przyśrodkowych niż bocznych (37, 40). Zależności pomiędzy stopniem proklinacji zębów siecznych a wystąpieniem recesji nie są jednak do końca zrozumiałe (37, 38, 41). W odniesieniu do zębów bocznych w szczerce prawdopodobieństwo wystąpienia recesji dziąsła jest związane z zakresem ekspansji łuku (37, 42, 43). Ze względu na uwarunkowania anatomiczne (cienki fenotyp, dehiscencje kostne) ten problem dotyczy przede wszystkim zębów przedtrzonowych pierwszych (38). Z drugiej strony Albander i Kingman recesje po zakończonym leczeniu u pacjentów w wieku 30–55 lat zaobserwowali o 0,8% częściej na pierwszych zębach trzonowych górnych, w porównaniu do zębów przedtrzonowych pierwszych, i o 9% częściej niż na zębach przedtrzonowych drugich (23). Susin i wsp. zwrócili uwagę, że u pacjentów w wieku 30–49 lat recesje wystąpiły przy 26% zębów trzonowych pierwszych górnych i 15% zębów przedtrzonowych pierwszych (20). Ryzyko wystąpienia recesji dziąsłowej zwiększało się wraz z wiekiem pacjenta, kiedy rozpoczęto leczenie ortodontyczne (22). Najprawdopodobniej jest to związane z mniejszą opornością tkanek na siły stosowane podczas zabiegu (38).

Brak oceny czynników behawioralnych, o potencjalnie recesjogennym charakterze, stanowi jedno z ograniczeń badania własnego. Niemniej jednak w oparciu o prace innych autorów można wnioskować, że recesje na zębach przedtrzonowych dolnych są najczęściej związane z niewłaściwą techniką szczotkowania zębów, a na zębach trzonowych górnych – dodatkowo z akumulacją płytki nazębnej (44, 45). Kolejną kwestią, o której należy pamiętać, jest sposób oceny recesji dziąsła. Ze względu na epidemiologiczny charakter badania określano jedynie obecność recesji na powierzchniach policzkowych oraz językowych wszystkich zębów obecnych w jamie ustnej oraz oceniano wysokość recesji. Ocena pozostałych parametrów, takich jak szerokość recesji, szerokość dziąsła zrogowaciałego, grubość dziąsła, wysokość i szerokość brodawek dziąsłowych wpłynęłaby na znaczne wydłużenie czasu badania. Ewaluacja niektórych z tych zmiennych (np. grubość dziąsła) wymagałaby dodatkowo znieczulenia miejscowego. Nie określano również dokładnych nieprawidłowości zębowych/zgryzowych, a jedynie ich obecność lub też brak, co także utrudnia sformułowanie dokładnych wniosków.

Gingival recession prevention is of great importance in the context of orthodontic treatment, and this issue has been given much attention in the subject literature. Orthodontic treatment may favour gingival recession, and a tooth movement exceeding the bone envelope may cause a bone dehiscence (34, 35). If there is no support, gingival soft tissues may undergo an apical shift (36). Morris et al. observed recessions around 5.8% of teeth immediately after completion of orthodontic treatment (37). The recession severity was not high, as only in 0.6% the recession height was > 1 mm. Renkema et al. observed recessions in 6.6% of patients, and Slutzkey and Levin – in 22.9% (38, 39). However, after five years the number of patients with recessions increased to 37.7% (38). In another study, after about 15 years, 55.7% of patients developed recessions (41.7% of teeth, but only in 7.0% of teeth recession was > 1 mm) (37). Recession was the most frequently observed around lower incisors (26.1–25.4%) and was observed around medial incisors more frequently compared to the lateral ones (37, 40). However, relations between a degree of proclination of incisors and the occurrence of recession are not fully understood (37, 38, 41). Regarding lateral teeth in the maxilla, the likelihood of gingival recession is associated with the extent of arch expansion (37, 42, 43). Due to anatomical conditions (a thin phenotype, bone dehiscences), this problem mainly regards first premolars (38). On the other hand, Albander and Kingman observed that after completed treatment in patients aged 30–55 years recessions developed by 0.8% more often around first molars compared to first premolars, and by 9% more often than around second premolars (23). Susin et al. pointed out that in patients aged 30–49 years recessions occurred around 26% of first upper molars and 15% of first premolars (20). The risk of gingival recession increased with the patient's age when orthodontic treatment was started (22). It is most likely related to lower resistance of tissues to forces used during treatment (38).

The lack of assessment of behavioural factors that potentially favour recession is one of the limitations of this own research. However, based on the studies by other authors it can be concluded that recession around lower premolars is most often associated with an improper tooth-brushing technique, and around upper molars – additionally with plaque accumulation (44, 45). A method used to assess gingival recession is another issue to be taken into account. Due to the epidemiological nature of the study, only the presence of recession on buccal and lingual surfaces of all teeth present in the oral cavity was determined and the height of recession was also evaluated. The evaluation of other parameters, such as recession width, keratinised gingiva width, gingival thickness, height and width of the gingival papillae would significantly prolong the study duration. The evaluation of some of these variables (e.g. gingival thickness) would require additional local anaesthesia. Exact dental/occlusal abnormalities were not determined either, but only their presence or absence was determined, which also makes it difficult to draw precise conclusions.

Wnioski

Recesje dziąseł u mieszkańców Warszawy w wieku 35–44 lat występowały bardzo często. Badanie potwierdziło zależności pomiędzy poziomem higieny jamy ustnej oraz rozległością stanu zapalnego a częstością występowania recesji dziąsłowych. Dane te mogą być przydatne dla lekarzy ortodontów, ze względu na coraz większą liczbę dorosłych pacjentów, którzy podejmują decyzję o leczeniu ortodontycznym.

Conclusions

Gingival recessions in Warsaw residents aged 35–44 years were very common. The study confirmed relationships between the level of oral hygiene, the extent of inflammation and the incidence of gingival recession. These data may be useful for orthodontists due to an increasing number of adult patients who decide to start orthodontic treatment.

Piśmiennictwo / References

- Kassab MM, Cohen RE. The etiology and prevalence of gingival recession. *J Am Dent Assoc* 2003; 134: 220-5.
- Khocht A, Simon G, Person P, Denepitiya JL. Gingival recession in relation to history of hard toothbrush use. *J Periodontol* 1993; 64: 900-5.
- Marini MG, Greggi SLA, Passanezi E, Sant'ana ACP. Gingival recession: prevalence, extension and severity in adults. *J Appl Oral Sci* 2004; 12: 250-5.
- Smith RG. Gingival recession: reappraisal of an enigmatic condition and new index of monitoring. *J Clin Periodontol* 1997; 71: 1874-81.
- Handelman CS, Eltink AP, BeGole E. Quantitative measures of gingival recession and the influence of gender, race, and attrition. *Prog Orthod* 2018; 19: 5.
- Tugnait A, Clerehugh V. Gingival recession- its significance and management. *J Dent* 2001; 29: 381-94.
- Fu JH, Yeh CY, Chan HL, Tatarakis N, Leong DJ, Wang HL. Tissue biotype and its relation to the underlying bone morphology. *J Periodontol* 2010; 81: 569-74.
- Müller HP, Stadermann S, Heinecke A. Gingival recession in smokers and non-smokers with minimal periodontal disease. *J Clin Periodontol* 2002; 29: 129-36.
- Sarfati A, Bourgeois D, Katsahian S, Mora F, Bouchard P. Risk assessment for buccal gingival recession defects in an adult population. *J Periodontol* 2010; 81: 1419-25.
- Chrysanthakopoulos NA. Aetiology and severity of gingival recession in an adult population sample in Greece. *Dent Res J (Isfahan)* 2011; 8: 64-70.
- Dominiak M, Konopka T, Szajowski K. Recesje dziąseł w odniesieniu do potencjalnych czynników etiopatologicznych. *Stomatol Współcz* 2002; 9: 22-8.
- Matas F, Sentis J, Mendieta C. Ten-year longitudinal study of gingival recession in dentists. *J Clin Periodontol* 2011; 38: 1091-8.
- Rawal SY, Claman LJ, Kalmar JR, Tatakis DN. Traumatic lesions of the gingiva: a case series. *J Periodontol* 2004; 75: 762-9.
- Watson PJ. Gingival recession. *J Dent* 1984; 12: 29-35.
- Alghamdi H, Babay N, Sukumaran A. Surgical management of gingival recession: a clinical up-date. *Saudi Dent J* 2009; 21: 83-94.
- O'Leary TJ, Drake RB, Naylor JE. The plaque control record. *J Periodontol* 1972; 43: 38-46.
- Lange DE, Plegmann HC, Eenboom A, Promsberger A. Klinische bewertungsverfahren zur objektivierung der mundhygiene. *Dtsch Zahnarztl Z* 1977; 32: 44-7.
- Ainamo J, Bay I. Problems and proposals for recording gingivitis and plaque. *Int Dent J* 1975; 25: 229-35.
- Löe H, Ånerud Å, Boysen H. The natural history of periodontal disease in man: prevalence, severity, and extent of gingival recession. *J Periodontol* 1992; 63: 489-95.
- Susin C, Haas AN, Oppermann RV, Haugejorden O, Albander JM. Gingival recession: epidemiology and risk indicators in a representative urban Brazilian population. *J Periodontol* 2004; 75: 1377-86.
- Zawada Ł, Konopka T, Chrzęszczuk D. Występowanie recesji dziąseł u dorosłych mieszkańców Wrocławia. *Dent Med Probl* 2012; 49: 383-90.
- Serino G, Wennström J, Lindhe J, Eneroth L. The prevalence and distribution of gingival recession in subjects with a high standard of oral hygiene. *J Clin Periodontol* 1994; 21: 57-63.
- Albandar JM, Kingman A. Gingival recession, gingival bleeding, and dental calculus in adults 30 years of age and older in the United States, 1988-1994. *J Periodontol* 1999; 70: 30-43.
- Mythri S, Arunkumar SM, Hegde S, Rajesh SK, Munaz M, Ashwin D. Etiology and occurrence of gingival recession- an epidemiological study. *J Indian Soc Periodontol* 2015; 19: 671-5.
- Toker H, Ozdemir H. Gingival recession: epidemiology and risk indicators in a university dental hospital in Turkey. *Int J Dent Hygiene* 2009; 7: 115-20.
- Bindu R, Cheru TR. Prevalence and etiology of gingival recession- an epidemiological study. *ISP Bull* 1992; 16: 4-8.
- Arowojolu MO. Gingival recession at the University College Hospital, Ibadan- prevalence and effect of some aetiological factors. *Afr J Med Med Sci* 2000; 29: 259-63.

28. Lafzi A, Abolfazli N, Eskandari A. Assessment of the etiological factors of gingival recession in a group of patients in Northwest Iran. *J Dent Res Dent Clin Dent Prosp* 2009; 3: 90-3.
29. Manchala SR, Vandana KL, Mandalapu NB, Mannem S, Dwarakanath CD. Epidemiology of gingival recession and risk indicators in dental hospital population of Bhimavaram. *J Int Soc Prev Community Dent* 2012; 2: 69-74.
30. Rajapakse PS, McCracken GI, Gwynnett E, Steen ND, Guentsch A, Heasman PA. Does tooth brushing influence the development and progression of non-inflammatory gingival recession? A systematic review. *J Clin Periodontol* 2007; 34: 1046-61.
31. Venkalahti M. Occurrence of gingival recession in adults. *J Periodontol* 1989; 60: 599-601.
32. Tezel A, Canakçi V, Çiçek Y, Demir T. Evaluation of gingival recession in left- and right-handed adults. *Int J Neurosci* 2001; 110: 135-46.
33. Heasman PA, Holliday R, Bryant A, Preshaw PM. Evidence for the occurrence of gingival recession and non-carious cervical lesions as a consequence of traumatic toothbrushing. *J Clin Periodontol* 2015; 42: 237-55.
34. Bollen AM, Cunha-Cruz J, Bakko DW, Huang GJ, Hujoel PP. The effects of orthodontic therapy on periodontal health: a systematic review of controlled evidence. *J Am Dent Assoc* 2008; 139: 413-22.
35. Karring T, Nyman S, Thilander B, Magnusson I. Bone regeneration in orthodontically produced alveolar bone dehiscences. *J Periodont Res* 1982; 17: 309-15.
36. Wennstrom JL. Mucogingival considerations in orthodontic treatment. *Semin Orthod* 1996; 2: 46-54.
37. Morris JW, Campbell PM, Tadlock LP, Boley J, Buschang P. Prevalence of gingival recession after orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2017; 151: 851-9.
38. Renkema AM, Fudalej PS, Renkema A, Kiekens R, Katsoros C. Development of labial gingival recessions in orthodontically treated patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013; 143: 206-12.
39. Slutzkey S, Levin L. Gingival recession in young adults: occurrence, severity, and relationship to past orthodontic treatment and oral piercing. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008; 134: 652-6.
40. Allais D, Melsen B. Does labial movement of lower incisors influence the level of the gingival margin? A case-control study of adult orthodontic patients. *Eur J Orthod* 2003; 25: 343-52.
41. Yared KF, Zenobio EG, Pacheco W. Periodontal status of mandibular central incisors after orthodontic proclination in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 130: 1-8.
42. Cattaneo PM, Treccani M, Carlsson K, Thorgeirsson T, Myrda A, Cevidanes LH, Melsen B. Transversal maxillary dento-alveolar changes in patients treated with active and passive self-ligating brackets: a randomized clinical trial using CBCT-scans and digital models. *Orthod Craniofac Res* 2011; 14: 222-33.
43. Brunetto M, Andriani JS, Ribeiro GL, Locks A, Correa M, Correa LR. Three-dimensional assessment of buccal alveolar bone after rapid and slow maxillary expansion: a clinical trial study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013; 143: 633-44.
44. Joshipura KJ, Kent RL, DePaola PF. Gingival recession: intra-oral distribution and associated factors. *J Periodontol* 1994; 65: 864-71.
45. Gillette WB, Van House RL. III effects of improper oral hygiene procedure. *J Am Dent Assoc* 1980; 101: 476-80.

Ocena procesów korozyjnych stalowych łuków ortodontycznych – badania in vitro

Assessment of corrosion processes in steel orthodontic archwires – in vitro studies

Konrad Małkiewicz¹ **A B C D E F** (ORCID ID: 0000-0002-1831-0491)

Wojciech Boryczko² **B E** (ORCID ID: 0000-0002-6218-4920)

Mariola Sztożyn³ **B E** (ORCID ID: 0000-0001-8190-1932)

Janusz Kamiński⁴ **A B C D E F** (ORCID ID: 0000-0002-4706-9238)

Tadeusz Wierzchoń⁵ **A B D E** (ORCID ID: 0000-0002-3491-7920)

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 Zakład Ortodontji, Uniwersytet Medyczny w Łodzi
Department of Orthodontics Medical University of Lodz

^{2,3} Praktyka prywatna
Private practice

^{4,5} Wydział Inżynierii Materiałowej, Politechnika Warszawska
Faculty of Materials Science, Warsaw University of Technology

Streszczenie

Korozja elementów aparatów ortodontycznych wykonanych ze stopów metali jest przedmiotem zainteresowania zarówno klinicystów, jak i naukowców zajmujących się oceną biokompatybilności materiałów medycznych. Środowisko jamy ustnej, cechujące się dużą wilgotnością, wahaniami temperatury oraz zróżnicowanym w zależności od przyjmowanych napojów i pokarmów pH, sprzyja degradacji

Abstract

Both clinicians and researchers studying biocompatibility of medical materials have been interested in corrosion of elements of orthodontic appliances made of metal alloys. The oral cavity environment is highly moist, subject to temperature changes and pH changes depending on beverage and food consumed, and it favours degradation of dental materials. **Aim.** The aim of the study was to assess

¹ dr hab. n. med.; specjalista ortodonta, Kierownik Zakładu Ortodontji/ *Associate professor; orthod. spec, Head of Department of Orthodontics*

² lek. dent. / *DDS*

³ lek. dent. / *DDS*

⁴ dr inż. / *PhD eng.*

⁵ prof. dr hab. inż. Kierownik Zakładu Inżynierii Powierzchni/ *Professor eng., Head of Department of Surface Engineering*

Dane do korespondencji/ *Correspondence address:*
Zakład Ortodontji Uniwersytetu Medycznego w Łodzi
ul. Pomorska 251
90-001 Łódź
e-mail: konrad.malkiewicz@interia.pl

materiałów stomatologicznych. **Cel.** Celem badania była laboratoryjna ocena podatności stalowych łuków ortodontycznych na procesy korozyjne. **Materiał i metody.** W badaniu oceniano łuki ortodontyczne o przekroju 0,017 na 0,025 cala (0,04 na 0,06 cm) firm Dentaurum (Niemcy) oraz Ortho Classic (USA), które zostały wykonane ze stali stopowej. Topografię powierzchni badanych próbek oceniano zarówno przed, jak i po przeprowadzeniu badań za pomocą mikroskopu skaningowego. Odporność korozyjną materiałów oceniano metodą impedancyjną i potencjodynamiczną. Próbkę stalowych łuków ortodontycznych umieszczano w roztworze sztucznej śliny w temperaturze 37°C, w którym indukowano procesy korozyjne, wykorzystując układ trzech elektrod. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej na poziomie istotności $p = 0,05$. **Wyniki.** Analiza wyników badań impedancyjnych wskazuje, że łuki ortodontyczne dostarczone przez amerykańskiego producenta cechowały się nieznacznie wyższą odpornością korozyjną. W przypadku łuków firmy Dentaurum średni opór elektrycznej warstwy podwójnej wynosi $4,43 \times 10^6 \Omega/\text{cm}^2$ i jest on nieznacznie mniejszy w porównaniu do oporów obserwowanych w przypadku drutów firmy Ortho Classic ($R_t = 6,12 \times 10^6 \Omega/\text{cm}^2$). Tendencji nie udało się jednak potwierdzić w przypadku badań potencjodynamicznych. **Wnioski.** 1) Oceniane w badaniu łuki ortodontyczne wykonane ze stali nierdzewnej ulegały procesom korozji niezależnie od producenta materiału. 2) Proces oceny właściwości fizycznych materiałów medycznych pozwala na stosowanie w praktyce klinicznej produktów o jak najniższej potencjalnej szkodliwości biologicznej. (Małkiewicz K, Boryczko W, Sztogryn M, Kamiński J, Wierzchoń T. Ocena procesów korozyjnych stalowych łuków ortodontycznych – badania in vitro. Forum Ortod 2019; 15: 95-103).

Nadesłano: 11.03.2019

Przyjęto do druku: 03.06.2019

Słowa kluczowe: łuk ortodontyczny, korozja, badania elektrochemiczne, skaningowa mikroskopia elektronowa

Wstęp

Stopy metali są powszechnie stosowane podczas leczenia stomatologicznego. Stanowią grupę materiałów służących m.in. do wykonywania uzupełnień protetycznych, elementów aparatów i mikroimplantów ortodontycznych, implantów protetycznych, śrub chirurgicznych oraz płytek stosowanych w zabiegach osteosyntezy (1). Różnorodność wspomnianej grupy materiałowej sprawia, że materiały medyczne wykonane ze stopów metali cechują się odmiennymi właściwościami fizycznymi oraz odpornością na procesy elektrochemiczne zachodzące w obrębie jamy ustnej, tkanki kostnej oraz tkanki łącznej, czyli w środowisku, w którym spełniają funkcje lecznicze.

the susceptibility of steel orthodontic archwires to corrosion processes. **Material and methods.** The study evaluated orthodontic archwires with the cross section of 0.017 by 0.025 inch (0.04 by 0.06 cm) by Dentaurum (Germany) and Ortho Classic (USA), made of alloy steel. Topography of surface of study specimens was assessed before and after tests using a scanning microscope. Corrosion resistance of materials was assessed with impedance and potentiodynamic testing. Specimens of steel orthodontic archwires were placed in a solution of artificial saliva at 37°C, in which corrosion processes were induced using a system of three electrodes. The obtained results were subject to a statistical analysis at the significance level of $p = 0.05$. **Results.** The analysis of impedance test results indicates that orthodontic archwires supplied by the American manufacturer were characterised by slightly higher corrosion resistance. For Dentaurum archwires, the average resistance of the electrical double layer is $4.43 \times 10^6 \Omega/\text{cm}^2$, and is slightly lower compared to the resistance observed for Ortho Classic wires ($R_t = 6.12 \times 10^6 \Omega/\text{cm}^2$). However, this trend has not been confirmed by potentiodynamic studies. **Conclusions.** 1) Orthodontic archwires made of stainless steel evaluated in the study were subject to corrosion, regardless of the material manufacturer. 2) The process of assessing the physical properties of medical materials allows to use products with the lowest biological damage potential in clinical practice. (Małkiewicz K, Boryczko W, Sztogryn M, Kamiński J, Wierzchoń T. Assessment of corrosion processes in steel orthodontic archwires – in vitro studies. Orthod Forum 2019; 15: 95-103).

Received: 11.03.2019

Accepted: 03.06.2019

Key words: orthodontic archwire, corrosion, electrochemical testing, scanning electron microscopy

Introduction

Metal alloys are widely used during dental treatment. They constitute a group of materials used, among others, for making prosthetic restorations, elements of orthodontic appliances and microimplants, prosthetic implants, surgical screws and plates used in osteosynthesis procedures (1). Because of such diversity of this group of materials, medical materials made of metal alloys are characterised by different physical properties and resistance to electrochemical processes occurring in the oral cavity, bone tissue and connective tissue, i.e. in the environment where they perform therapeutic functions.

The ideal orthodontic archwire should provide a constant force of a small value corresponding to the needs of mechanisms responsible for a biological movement of

Idealny łuk ortodontyczny powinien zapewniać dostarczenie stałej siły o niewielkiej wartości odpowiadającej potrzebom mechanizmów biologicznego ruchu zębów, pozostawać elastyczny lub sztywny w zależności od stosowanej mechaniki leczenia, cechować się niskim współczynnikiem tarcia w odniesieniu do używanych zamków oraz być wykonany z biokompatybilnego materiału. Obecnie żaden z rodzajów stosowanych łuków nie spełnia wszystkich wspomnianych kryteriów. W toku leczenia ortodontycznego stosowane są druty charakteryzujące się odmiennymi właściwościami mechanicznymi wykorzystywanymi w poszczególnych etapach terapii (2):

- łuki chromowo-kobaltowe zawierające około 40% kobaltu, 20% chromu, 16% srebra i 15% niklu
- łuki niklowo-tytanowe zawierające w swej podstawowej postaci 55% niklu i 45% tytanu
- łuki niklowo-tytanowe termoelastyczne typu Copper-NiTi zawierające obok pierwiastków podstawowych dodatek chromu i miedzi
- łuki tytanowo-molibdenowe zawierające w swym składzie około 70% tytanu oraz około 11% molibdenu
- łuki ze stali nierdzewnej, w skład których wchodzi około 18% chromu i około 8% niklu.

Elementy aparatów ortodontycznych znajdujące się w środowisku jamy ustnej przez cały okres leczenia są narażone na powolną degradację (3). W konsekwencji tego procesu do środowiska zewnętrznego są uwalniane jony metali, których szkodliwe działanie biologiczne zostało szeroko udokumentowane. Należy przypomnieć, że zarówno austenityczna stal stopowa, wykorzystywana powszechnie w procesie produkcji stalowych drutów i zaczepów ortodontycznych, jak i druty chromowo-kobaltowe zawierają w swym składzie chrom oraz nikiel (4). Chociaż w powszechnym mniemaniu w toku leczenia stomatologicznego potencjalnie niekorzystne działanie na organizm wywierają przede wszystkim jony niklu wykazujące cechy alergenu (5–8), inne pierwiastki wchodzące w skład łuków oraz zamków również wykazują niepożądaną aktywność biologiczną. Na skutek degradacji wspomnianych elementów do środowiska jamy ustnej są uwalniane także jony chromu, który został sklasyfikowany przez Międzynarodową Agencję ds. Badań nad Rakiem jako czynnik indukujący rozwój nowotworów (9). Ryzyko ekspozycji na wspomniany pierwiastek może się wiązać także z powstawaniem zmian skórnych oraz jego oddziaływaniem mutagennym czy embriotoksycznym (10).

W świetle powyższych spostrzeżeń nie jest zaskoczeniem, że producenci materiałów ortodontycznych podejmują próby modyfikacji ich powierzchni w celu zwiększenia odporności korozyjnej, a tym samym ich biokompatybilności (11, 12). Są to procesy, które polegają zazwyczaj na specyficznej obróbce termicznej gotowych wyrobów lub modyfikacji powierzchni stopów stomatologicznych jonami azotu, złota, tlenkami metali lub materiałami polimerowymi. Niestety, jak dotąd żadna z wymienionych metod nie jest jednocześnie efektywna, uniwersalna, trwała i tania, co pozwoliłoby na jej powszechne zastosowanie.

teeth, remain elastic or rigid depending on the treatment mechanics used, have a low coefficient of friction in relation to brackets used and be made of a biocompatible material. None of the types of archwires used nowadays meet all these criteria. During orthodontic treatment, wires with different mechanical properties are used at different stages of the therapy (2):

- chromium-cobalt archwires containing approximately 40% of cobalt, 20% of chromium, 16% of silver and 15% of nickel
- nickel-titanium archwires containing 55% of nickel and 45% of titanium in their basic form
- copper-NiTi nickel-titanium thermoelastic archwires containing the addition of chromium and copper apart from basic elements
- titanium-molybdenum archwires containing about 70% of titanium and about 11% of molybdenum
- stainless steel archwires which include about 18% of chromium and about 8% of nickel.

The elements of orthodontic appliances located in the oral cavity for the whole treatment period are at risk of slow degradation (3). As a result of this process, metal ions are released into the external environment, and their harmful biological effects are widely documented. One should remember that both austenitic alloy steel, commonly used in the production of steel orthodontic wires and hooks, and chromium-cobalt wires contain chromium and nickel (4). Although it is generally believed that in the course of dental treatment, nickel ions with allergenic characteristics (5–8) have a potential adverse effect on the body, other elements contained in archwires and brackets also show undesirable biological activity. Due to the degradation of these elements into the oral cavity environment chromium ions are also released, and they have been classified by the International Agency for Research on Cancer as a cancer-inducing agent (9). The risk of exposure to this element may also be associated with the formation of skin lesions and its mutagenic or embryotoxic effects (10).

Taking the above into account, it is not surprising that manufacturers of orthodontic materials have made attempts to modify surfaces of appliances in order to increase their corrosion resistance and thus their biocompatibility (11, 12). These are processes that typically involve specific thermal processing of finished products or surface modification of dental alloys with ions of nitrogen, gold, metal oxides or polymeric materials. Unfortunately, so far none of these methods has been effective, universal, permanent and inexpensive at the same time what would allow its widespread use.

Cel

Celem pracy była ocena podatności stalowych łuków ortodontycznych na procesy korozyjne zachodzące w warunkach laboratoryjnych.

Materiał i metody

W badaniu oceniano łuki ortodontyczne o przekroju 0,017 na 0,025 cala (0,04 na 0,06 cm) firm Dentaurum (Niemcy) oraz Ortho Classic (USA), wykonane ze stali stopowej typu ASTM304.

Z drutów ortodontycznych o wspomnianej charakterystyce przygotowano próbki o długości 2 cm, po pięć dla każdego rodzaju łuku. Topografię powierzchni badanych próbek oceniano za pomocą mikroskopu skaningowego SEM Hitachi SU 90 (Hitachi, Japonia). Skany wykonywano zarówno przed, jak i po przeprowadzeniu badań korozyjnych. Odporność korozyjną oceniano metodą impedancyjną i potencjodynamiczną, wykorzystując potencjostat Autolab PGSTAT100 z modułem FRA2 (Eco Chemie B.V., Holandia). Oceniane próbki umieszczano w roztworze sztucznej śliny w temperaturze 37°C, przygotowanej zgodnie ze standardem przedstawionym przez Kocijan i wsp., w którym indukowano procesy korozyjne wykorzystując układ trzech elektrod (13).

Analizę statystyczną wykonano za pomocą programu STATISTICA 8.0. W procesie testowania hipotez statystycznych przyjęto poziom istotności $\alpha = 0,05$. Dla każdej zmiennej ciągłej obliczono statystyki podstawowe: m.in. liczebność (n), średnią arytmetyczną (\bar{x}), odchylenie standardowe (s) oraz medianę. W analizie zmiennych zależnych stosowano m.in. test t-Studenta.

Wyniki

Powierzchnie próbek obserwowane przed badaniami korozyjnymi i bezpośrednio po ich przeprowadzeniu przedstawiono na rycinach 1–6.

Wyniki badań impedancyjnych przedstawione w tabeli 1. dokumentują różnice pomiędzy odpornością korozyjną łuków stalowych różnych producentów. W przypadku łuków firmy Dentaurum średni opór elektrycznej warstwy podwójnej wynosi $4,43 \times 10^6 \Omega/\text{cm}^2$ i jest on nieznacznie mniejszy w porównaniu do oporów obserwowanych w przypadku drutów firmy Ortho Classic ($R_t = 6,12 \times 10^6 \Omega/\text{cm}^2$). Analiza wyników badań impedancyjnych wskazuje, że łuki ortodontyczne dostarczone przez amerykańskiego producenta cechowały się nieznacznie wyższą odpornością korozyjną. Tej tendencji nie udało się jednak potwierdzić w przypadku badań potencjodynamicznych, w których stwierdzono zwiększone gęstości prądów korozyjnych oznaczonych dla drutów produkowanych przez firmę Ortho Classic, w porównaniu do gęstości prądów korozyjnych oznaczonych dla drutów firmy Dentaurum. Można domniemywać, że przyczyną obserwowanych nieścisłości mogą być zmniejszone

Aim

The aim of the study was to assess the susceptibility of steel orthodontic archwires to corrosion processes taking place under laboratory conditions.

Material and methods

The study evaluated orthodontic archwires with the cross section of 0.017 by 0.025 inch (0.04 by 0.06 cm) by Dentaurum (Germany) and Ortho Classic (USA), made of ASTM304 alloy steel.

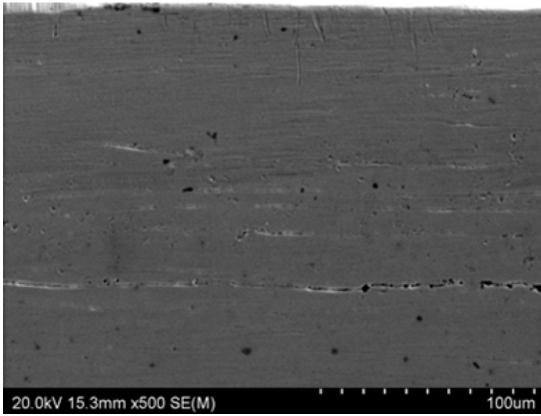
Orthodontic wires with such characteristics were used to prepare specimens of 2 cm length, five for each type of an archwire. Surface topography of tested specimens was evaluated using the scanning microscope, SEM Hitachi SU 90 (Hitachi, Japan). Scans were acquired both before and after corrosion testing. Corrosion resistance was assessed by impedance and potentiodynamic techniques, using the potentiostat Autolab PGSTAT100 with the FRA2 module (Eco Chemie B.V., Holland). Studied specimens were placed in a solution of artificial saliva at 37°C, prepared in accordance with the standard presented by Kocijan et al., in which corrosion processes were induced using a system of three electrodes (13).

A statistical analysis was performed using STATISTICA 8.0. In the process of testing statistical hypotheses, a level of significance = 0.05 was assumed. For each continuous variable, the following basic statistics were calculated: number (n), arithmetic mean (\bar{x}), standard deviation (s) and median. The Student's t-test was used to analyse dependent variables.

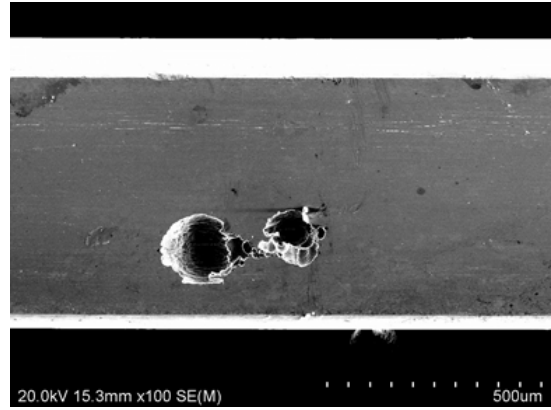
Results

Specimen surfaces observed before and immediately after corrosion testing are shown in Figures 1–6.

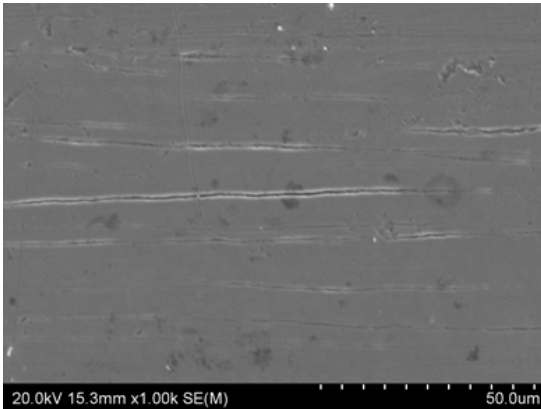
The results of impedance tests presented in Table 1 document differences between the corrosion resistance of steel archwires from different manufacturers. For Dentaurum archwires, the average resistance of the electrical double layer is $4.43 \times 10^6 \Omega/\text{cm}^2$, and is slightly lower compared to the resistance observed for Ortho Classic wires ($R_t = 6.12 \times 10^6 \Omega/\text{cm}^2$). The analysis of impedance test results indicates that orthodontic archwires supplied by the American manufacturer were characterised by slightly higher corrosion resistance. However, this trend was not confirmed by potentiodynamic studies that found increased densities of corrosion currents identified for Ortho Classic wires compared to the densities of corrosion currents determined for Dentaurum wires. It can be assumed that the reason for observed inaccuracies may be reduced resistance of the dielectric layer of OrthoClassic wires ($2.30 \times 10^2 \Omega/\text{cm}^2$), reducing the corrosion resistance of steel wires.



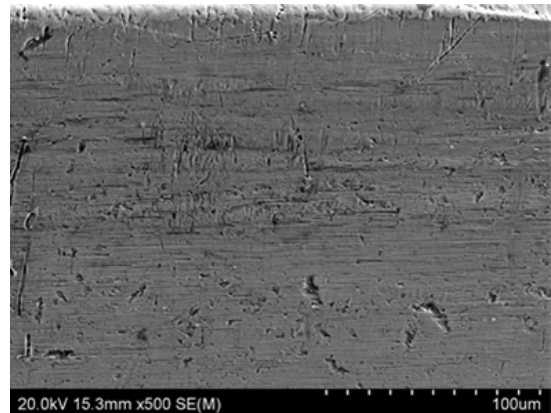
Rycina 1. Łuk stalowy Dentaurum przed badaniami.
 Figure 1. Dentaurum steel archwire before testing.



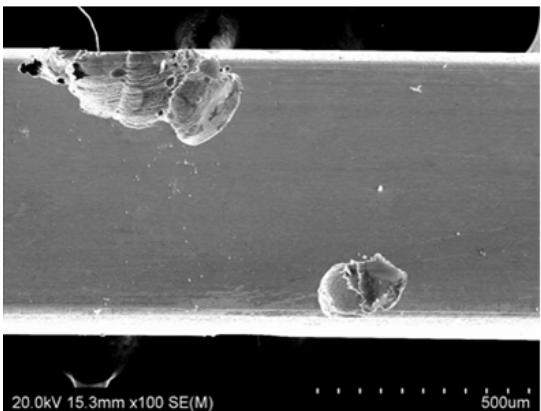
Rycina 2. Łuk stalowy Dentaurum – po badaniach potencjodynamicznych - obszar korozji wżerowej.
 Figure 2. Dentaurum steel archwire – after potentiodynamic testing – area of pitting corrosion.



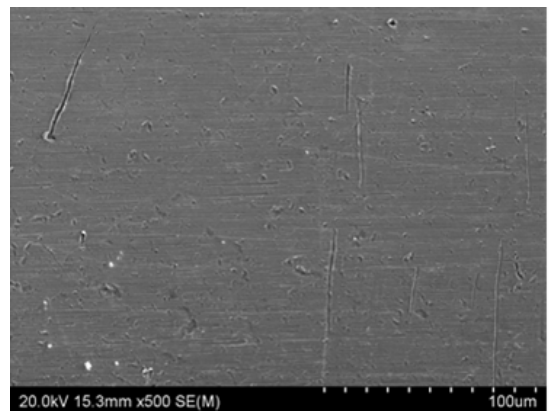
Rycina 3. Łuk stalowy Dentaurum - po badaniach potencjodynamicznych - obszar bez korozji wżerowej, obserwowane poszerzenie rys na powierzchni materiału.
 Figure 3. Dentaurum steel archwire – after potentiodynamic testing – area without pitting corrosion, widened fissures visible on the material surface.



Rycina 4. Łuk stalowy Ortho Classic przed badaniami.
 Figure 4. Ortho Classic steel archwire before testing.



Rycina 5. Łuk stalowy Ortho Classic - po badaniach potencjodynamicznych - obszar korozji wżerowej.
 Figure 5. Ortho Classic steel archwire – after potentiodynamic testing – area of pitting corrosion.



Rycina 6. Łuk stalowy Ortho Classic po badaniach potencjodynamicznych - obszar bez korozji wżerowej, obserwowana zmiana topografii powierzchni.
 Figure 6. Ortho Classic steel archwire – after potentiodynamic testing – area without pitting corrosion, change of surface topography is visible.

oporności warstwy dielektrycznej drutów firmy OrthoClassic ($2,30 \times 10^2 \Omega/\text{cm}^2$), obniżając odporność korozyjną drutów stalowych.

Analiza danych liczbowych uzyskanych w wyniku badań potencjodynamicznych wskazuje, że średnie natężenie prądu korozyjnego (I_{cor}) było istotnie ($p \leq 0,05$) wyższe w przypadku materiałów firmy Ortho Classic, w porównaniu z łukami firmy Dentaureum, wynosząc odpowiednio $0,0552 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ oraz $0,0280 \mu\text{A}/\text{cm}^2$. Opisane dane przedstawiono w tabeli 2.

The analysis of numerical data obtained from potentiodynamic studies shows that the average corrosion current intensity (I_{cor}) was significantly ($p \leq 0.05$) higher for Ortho Classic materials, compared to Dentaureum archwires, namely $0.0552 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ and $0.0280 \mu\text{A}/\text{cm}^2$, respectively. Table 2 presents these results.

Tabela 1. Średnie wartości oporu elektrycznego stalowych łuków ortodontycznych firm Ortho Classic i Dentaureum
Table 1. Mean values of electrical resistance of steel orthodontic wires by Ortho Classic and Dentaureum

	Materiał <i>/ Material</i>		Opór roztworu <i>/ Solution resistance</i>	Warstwa dielektryczna <i>/ Dielectric layer</i>	Elektryczna warstwa podwójna <i>/ Electrical double layer</i>
OrthoClassic	SS	R ($\Omega \text{ cm}^2$)	25	2.30×10^2	6.12×10^6
		Y_{OCPE} ($\text{Fcm}^{-2}\text{s}^{n-1}$)		2.34×10^{-5}	6.29×10^6
		n		0.902	0.875
Dentaureum	SS	R ($\Omega \text{ cm}^2$)	29	5.49×10^2	4.43×10^6
		Y_{OCPE} ($\text{F cm}^{-2}\text{s}^{n-1}$)		2.03×10^{-5}	5.05×10^6
		n		0.869	0.863

Tabela 2. Średnie wartości natężenia prądu korozyjnego w odniesieniu do obu badanych grup
Table 2. Mean values of corrosion current in relation to two study groups

Grupa <i>/ Group</i>	Firma <i>/ Company</i>	Arch material	Ilość próbek <i>/ Number of specimens</i>	I_{cor} $\mu\text{A}/\text{cm}^2$	Mediana <i>/ Median</i>	Odchylenie standardowe <i>/ Standard deviation</i>	E_{cor} mV
1.	OrthoClassic	stal steel	5	0.0552	0.0583	0.0114	+5
2.	Dentaureum	stal steel	5	0.0280	0.0271	0.0060	-45

Dyskusja

Stalowe łuki stosowane w leczeniu ortodontycznym powinny cechować się nie tylko odpowiednimi właściwościami fizycznymi, ale także – przez wysoką biokompatybilność – zapewniać bezpieczeństwo leczenia. Stal nierdzewna w środowisku zawierającym tlen ulega procesowi pasywacji prowadzącemu do utworzenia się na jej powierzchni ściśle przylegającej warstwy tlenku chromu Cr_2O_3 mającej zapewnić jej odporność korozyjną (14). Niestety, wspomniany film jest podatny zarówno na uszkodzenia mechaniczne, jak i na procesy elektrochemiczne (15). W efekcie korozji materiałów medycznych do środowiska zewnętrznego uwalniają się potencjalnie szkodliwe dla zdrowia jony metali.

Discussion

Steel archwires used in orthodontic treatment should not only have appropriate physical properties but also – due to their high biocompatibility – ensure the safety of treatment. Stainless steel in the oxygen-containing environment undergoes passivation leading to the formation of a tightly adherent layer of chromium oxide Cr_2O_3 on its surface to ensure its corrosion resistance (14). Unfortunately, this film is susceptible to both mechanical damage and electrochemical processes (15). As a result of corrosion of medical materials, potentially harmful metal ions are released into the external environment.

Wyniki badań opisanych w dostępnej literaturze potwierdzają obserwacje wynikające z obecnej analizy, wskazując, że procesy korozyjne zachodzą w przypadku wszystkich rodzajów łuków ortodontycznych, niezależnie od stopu, z jakiego zostały wykonane.

W badaniu przeprowadzonym przez Suarez i wsp. obserwowano natężenie prądu korozyjnego w przypadku próbek łuków firmy Ormco (USA) o różnych przekrojach, stosowanych podczas leczenia techniką lingwalną (16). Analiza wyników wykazała, że oceniane we wspomnianym badaniu łuki stalowe cechowały się istotnie wyższym potencjałem korozyjnym niż łuki NiTi, CuNiTi i TMA.

W badaniach Paskhir i wsp. autorzy porównywali podatność na zjawisko korozji łuków stalowych firmy G&H Wire Company (Indie) i niklowo-tytanowych firmy Orthotechnology (USA) (17). Analiza wyników nie wykazała występowania istotnych różnic pomiędzy ocenianymi drutami ortodontycznymi, w kontekście obserwowanych przez cytowanych autorów wartości I_{kor} .

Odmienne wyniki badań zaprezentowali Barcelos i wsp. badający podatność na zjawisko korozji wykonanych z różnych materiałów łuków ortodontycznych firmy Morelli Ortodontia (Brazylia) (18). Autorzy stwierdzili, że oceniane w badaniu łuki stalowe cechują się wyższą odpornością na korozję niż łuki niklowo-tytanowe.

W badaniu Briceno i wsp. oceniano podatność na zjawisko korozji łuków niklowo-tytanowych pochodzących od różnych producentów (19). Mimo deklarowanego zbliżonego składu procentowego zastosowanych stopów, autorzy odnotowali duże różnice pomiędzy wartościami I_{kor} dla poszczególnych drutów. Wyniki obecnego badania potwierdzają tę obserwację, z której wynika, że mimo zbliżonego składu pierwiastkowego poszczególne wyroby medyczne mogą znacząco różnić się właściwościami fizycznymi i wynikającym z nich profilem bezpieczeństwa przy stosowaniu ich w warunkach klinicznych.

Ze względu na zastosowanie odmiennej metodologii oceny intensywności zjawiska korozji nie jest, niestety, możliwe bezpośrednie porównanie wyników badań cytowanych autorów z wynikami uzyskanymi w obecnym badaniu. Nie ulega jednak wątpliwości, że elementy aparatów stałych są podatne na wspomniany proces, niezależnie od rodzaju materiałów, z których zostały wykonane.

W przypadku elementów stałych aparatów ortodontycznych nie obserwujemy rozległych ognisk degradacji charakterystycznych dla dużych konstrukcji stalowych czy elementów pojazdów eksploatowanych w niekorzystnych warunkach. Procesy korozyjne zachodzą w tym przypadku w sposób niezauważalny i dotyczą całej powierzchni, na której powstają mikroskopowe ogniska zniszczenia, z czasem łączące się ze sobą (20). W miejscach osłabienia struktury stopu zaobserwowano obszary korozji wżerowej, cechujące się stosunkowo dużymi ubytkami masy ocenianego materiału. Zjawisko degradacji materiałów medycznych może przybierać na sile w przypadku stosowania w jamie ustnej różnych

The results of the studies described in the available literature confirm observations resulting from the present analysis, indicating that corrosion occurs in all types of orthodontic archwires, regardless of the alloy they are made from.

In a study by Suarez et al., the corrosion current was observed in the case of Ormco (USA) archwires of different cross-sections used for with lingual orthodontic treatment (16). The analysis of results showed that steel archwires evaluated in this study showed significantly higher corrosion potential than NiTi, CuNiTi and TMA archwires.

In their studies, Paskhir et al. compared the susceptibility to corrosion of steel archwires by G&H Wire Company (India) and nickel-titanium archwires by Orthotechnology (USA) (17). The analysis of the results did not reveal any significant differences between tested orthodontic wires in the context of the I_{cor} values observed by the quoted authors.

Different research results were presented by Barcelos et al. who investigated the susceptibility to corrosion of Morelli Ortodontia (Brazil) orthodontic archwires made of various materials (18). The authors stated that steel archwires evaluated in the study were characterised by higher corrosion resistance than nickel-titanium archwires.

The study by Briceno et al. evaluated the susceptibility to corrosion of nickel-titanium archwires from various manufacturers (19). Despite the declared similar percentage composition of the alloys used, the authors noted great differences between the I_{cor} values for individual wires. The results of this study confirm this observation; consequently, it shows that despite similar elemental composition, individual medical devices may significantly differ in their physical properties and the resulting safety profile when used under clinical conditions.

Due to the application of different methodology for assessing the intensity of corrosion, it is unfortunately not possible to directly compare the results of studies of quoted authors with the results obtained in this study. However, there is no doubt that components of fixed appliances are susceptible to this process, regardless of the materials they are made from.

In the case of components of fixed orthodontic appliances, we do not observe foci of extensive degradation characteristic for large steel structures or elements of vehicles operated under unfavourable conditions. In this case, corrosion takes place unnoticed and concerns the entire surface on which microscopic foci of destruction are created that merge connected over time (20). In places of weakening of the alloy structure, areas of pitting corrosion were observed, characterised by relatively large mass losses of the evaluated material. The degradation of medical materials may increase when different metal alloys with various electrochemical reactivity are used in the oral cavity, and this is often the case in clinical practice (21, 22).

stopów metali o odmiennej reaktywności elektrochemicznej, co często ma miejsce w praktyce klinicznej (21, 22).

Procesy korozyjne elementów aparatów ortodontycznych powodują, że nie tylko tracą one swoje pierwotne właściwości mechaniczne, ale także uwalniają do środowiska jamy ustnej potencjalnie szkodliwe dla zdrowia jony metali, takie jak nikiel, chrom, kobalt.

Mimo że ilości jonów metali uwalnianych do środowiska jamy ustnej z materiałów stomatologicznych zwykle nie są powodem wywołania objawów ostrego zatrucia i nie stanowią bezpośredniego zagrożenia dla zdrowia i życia pacjentów, to ich przedłużająca się podaż może powodować niekorzystne procesy zarówno o charakterze miejscowym, jak i ogólnoustrojowym (23, 24). Konieczne jest zatem monitorowanie poziomu bezpieczeństwa materiałów medycznych dostępnych na rynku, w tym tych stosowanych w stomatologii.

Wnioski

1. Oceniane w badaniu łuki ortodontyczne wykonane ze stali nierdzewnej ulegały procesom korozji, niezależnie od producenta materiału.
2. Proces oceny właściwości fizycznych materiałów medycznych pozwala na stosowanie w praktyce klinicznej produktów o jak najniższej potencjalnej szkodliwości biologicznej.

Due to corrosion of elements of orthodontic appliances, they not only lose their original mechanical properties but also release potentially harmful metal ions such as nickel, chromium and cobalt into the oral cavity.

Although the amounts of metal ions released into the oral cavity from dental materials are not usually the cause of acute poisoning symptoms and do not pose a direct risk to the health and life of patients, their prolonged supply may cause adverse processes, both local and systemic (23, 24). It is, therefore, necessary to monitor the level of safety of medical materials available on the market, including those used in dentistry.

Conclusions

1. Orthodontic archwires made of stainless steel evaluated in the study were subject to corrosion, regardless of the material manufacturer.
2. The process of assessing the physical properties of medical materials allows using products with the lowest biological damage potential in clinical practice.

Piśmiennictwo / References

1. Roach M. Base metal alloys used for dental restorations and implants. *Dent Clin North Am* 2007; 51: 603-27.
2. Kusy RP. A review of contemporary archwires: Their property and characteristics. *Angle Orthod* 1997; 67: 197-207.
3. Barrett RD, Bishara SE, Quinn JK. Biodegradation of orthodontic appliances. Part I. Biodegradation of nickel and chromium in vitro. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993; 103: 8-14.
4. Kotha RS, RK, Shammam M, Ravi K. An overview of orthodontic wires. *Trends Biomater Artif Organs* 2014; 28: 32-6.
5. Miñano-Fernandez E, Ortiz C, Vicente A, Calvo JL, Ortiz AJ. Metallic ion content and damage to the DNA in oral mucosa cells of children with fixed orthodontic appliances. *BioMetals* 2011; 24: 935-41.
6. Inovay J, Banoczy J. The role of electrical potential differences in the etiology of chronic diseases of the oral mucosa. *J Dent Res* 1961; 40: 884-90.
7. Wataha JC, Drury JL, Chung WO. Nickel alloys in the oral environment. *Expert Rev Med Devices* 2013; 10: 519-39.
8. Chaturvedi TP, Upadhyay SN. An overview of orthodontic material degradation in oral cavity. *Indian J Dent Res* 2010; 21: 275-84.
9. Palus J, Rydzynski K, Dziubaltowska E, Wyszynska K, Natarajan AT, Nilsson R. Genotoxic effects of occupational exposure to lead and cadmium. *Mutation Res* 2003; 540: 19-28.
10. Trivedi B, Saxena DK, Murthy RC, Chandra SV. Embryotoxicity and fetotoxicity of orally administered hexavalent chromium in mice. *Reprod Toxicol* 1989; 3: 275-8.
11. Zhang H, Guo S, Wang D, Zhou T, Wang L, Ma J. Effects of nanostructured, diamondlike, carboncoating and nitrocarbimizing on the frictional properties and biocompatibility of orthodontic stainless steel wires. *Angle Orthod* 2016; 86: 782-8.
12. Katić V, Otmačić Ćurković H, Semenski D, Baršić G, Marušić K, Špalj S. Influence of surface layer on mechanical and corrosion properties of nickel - titanium orthodontic wires. *Angle Orthod* 2014; 84: 1041-8.
13. Kocijan A, Kek Merl D, Jenko M. The corrosion behaviour of austenitic and duplex stainless steels in artificial saliva with the addition of fluoride. *Corros Sci* 2011; 53: 776-83.

Assessment of corrosion processes in steel orthodontic archwires – in vitro studies

14. Figueiredo MO, dos Santos AC, Carmezim MJ, Abbate M, de Groot FMF, Petersen H, Braun W. Chemical study of passivating chromium oxide films by soft x-ray absorption spectroscopy. *Analyst* 1994; 119: 609-11.
15. Elfström, BO. Effect of chloride-ions on passive layers on stainless-steels. *Mater Sci Eng* 1980; 42: 173-80.
16. Suárez C, Vilar T, Sevilla P, Gil J. In vitro corrosion behavior of lingual orthodontic archwires. *Int J Corros* 2011; article ID 482485.
17. Pakshir M, Bagheri T, Kazemi MR. In vitro evaluation of the electrochemical behaviour of stainless steel and NiTi orthodontic archwires at different temperatures. *Eur J Orthod* 2013; 35: 407-13.
18. Barcelos AM, Luna AS, de Assis Ferreira N, Braga AVC, do Lago DCB, de Senna LF. Corrosion evaluation of orthodontic wires in artificial saliva solutions by using response surface methodology. *Mater Res* 2013; 16: 50-64.
19. Briceno J, Romeu A, Espinar E, Llamas JM, Gil FJ. Influence of microstructure on electrochemical corrosion and nickel release in NiTi orthodontic archwires. *Mater Sci Engineer C* 2013; 3: 4989-93.
20. Huang H-H. Surface characterizations and corrosion resistance of nickel - titanium orthodontic archwires in artificial saliva of various degrees of acidity. *J Biomed Mater Res A* 2005; 74: 629-39.
21. Karov J, Hinberg I. Galvanic corrosion of selected dental alloys. *J Oral Rehabil* 2001; 28: 212-9.
22. Geis-Gerstorfer J, Weber JG, Sauer KH. In vitro substance loss due to galvanic corrosion in Ti implant/Ni-Cr supraconstruction systems. *Int J Oral Max Impl* 1989; 4: 119-23.
23. Wataha JC, Hanks CT. Biological effects of palladium and risk of using palladium in dental casting alloys. *J Oral Rehab* 1996; 23: 309-20.
24. Guzzi G, Pigatto PD, Ronchi A. Periodontal disease and environmental cadmium exposure. *Environ Health Perspect* 2009; 117: 535-6.

Analiza porównawcza repozycji złamań żuchwy metodą manualną i za pomocą wyciągu międzyszczękowego przed lub w trakcie leczenia operacyjnego

A comparative analysis of repositioning of mandibular fractures using a manual method and intermaxillary traction before and during surgery

Andrzej Kołciuk¹ **A B C D E F** (ORCID ID: 0000-0002-7658-5485)

Karol Koch² **A B C D E F** (ORCID ID: 0000-0002-1474-1243)

Błażej Bętkowski³ **A B C D E F** (ORCID ID: 0000-0001-5928-8166)

Lidia Kołciuk⁴ **D E F** (ORCID ID: 0000-0003-3416-8517)

Izabela Strużycka⁵ **A D E** (ORCID ID: 0000-0002-7058-3614)

Paweł Jaromir Zawadzki⁶ **A D E** (ORCID ID: 0000-0002-2599-1627)

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

^{1,2,3,6} Klinika Chirurgii Czaszkowo-Szczękowo-Twarzowej, Chirurgii Jamy Ustnej i Implantologii, Warszawski Uniwersytet Medyczny
Department of Craniomaxillofacial Surgery, Oral Surgery and Implantology, Medical University of Warsaw

⁴ Zakład Ortodoncji, Warszawski Uniwersytet Medyczny
Department of Orthodontics, Medical University of Warsaw

⁵ Zakład Stomatologii Zintegrowanej, Warszawski Uniwersytet Medyczny
Department of Comprehensive Dentistry, Medical University of Warsaw

¹ Lek. dent. / DDS

² Lek. dent. / DDS

³ Lek. dent., specjalista chirurgii szczękowo-twarzowej / DDS, *specialist in maxillofacial surgery*

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

⁵ Dr hab. n. med., lek. dent., specjalista stomatologii zachowawczej, Kierownik Zakładu Stomatologii Zintegrowanej / DDS, PhD, *specialist in conservative dentistry, Associate Professor, Head of Department of Comprehensive Dentistry*

⁶ Dr hab. n. med., lek. dent., specjalista chirurgii stomatologicznej i szczękowo-twarzowej, Kierownik Kliniki Chirurgii Czaszkowo-Szczękowo-Twarzowej, Chirurgii Jamy Ustnej i Implantologii / DDS, PhD, *specialist in oral and maxillofacial surgery, Associate Professor, Head of Department of Craniomaxillofacial Surgery, Oral Surgery and Implantology*

Dane do korespondencji / *Correspondence address:*

Klinika Chirurgii Czaszkowo-Szczękowo-Twarzowej, Chirurgii Jamy Ustnej Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego
ul. W. H. Lindley'a 4 pawilon 4, 02-005 Warszawa
e-mail: andrzejkolciuk@gmail.com

Streszczenie

Podstawą prawidłowego leczenia złamań żuchwy jest anatomiczna repozycja. Odłamki kostne mogą być nastawione z zastosowaniem wyciągu międzyszcękowego założonego przed osteosyntezą lub manualnie, w trakcie operacji. Obie metody są uznawane za równorzędne. **Cel.** Celem badania było porównanie wyników leczenia złamań żuchwy metodą osteosyntezy mini płytkowej z repozycją przedzabiegową, z zastosowaniem wyciągu międzyszcękowego i z wyłączną redukcją manualną podczas zabiegu. **Materiał i metody.** Materiał stanowiła dokumentacja medyczna 319 pacjentów Kliniki Chirurgii Czaszkowo-Szczękowo-Twarzowej, Chirurgii Jamy Ustnej i Implantologii Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego leczonych z powodu izolowanych złamań żuchwy. Analizowano nieprawidłowości zgryzowe występujące u pacjentów bezpośrednio po operacji i tydzień po zabiegu. Oceniono również rodzaj złamania żuchwy i sposób repozycji odłamków kostnych. **Wyniki.** Prawidłowe zwanie łuków zębowych stwierdzono u 96% pacjentów z wyciągiem międzyszcękowym i u 99% pacjentów, u których nie założono wyciągu przed osteosyntezą. Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic w porównywanych w wynikach obydwu grup. Wyciąg międzyszcękowy był statystycznie częściej zakładany w przypadku złamań złożonych. **Dyskusja.** Prawidłową osteosyntezę złamania żuchwy można przeprowadzić bez wykorzystania wyciągu międzyszcękowego, jednak w skomplikowanych, wieloodłamkowych złamaniach unieruchomienie międzyszcękowe nadal pozostaje ważną częścią leczenia. Alternatywą dla nazębnych szyn standardowych są chętnie wykorzystywane w praktyce klinicznej miniśruby wprowadzane w wyrostek zębodołowy oraz pętle Ivy. **(Kołciuk A, Koch K, Bętkowski B, Kołciuk L, Strużycka I, Zawadzki PJ. Analiza porównawcza repozycji złamań żuchwy metodą manualną i za pomocą wyciągu międzyszcękowego przed lub w trakcie leczenia operacyjnego. Forum Ortod 2019; 15: 104-11).**

Nadesłano: 26.02.2019

Przyjęto do druku: 03.06.2019

Słowa kluczowe: repozycja, wyciąg międzyszcękowy, złamanie żuchwy

Wstęp

Trudno jednoznacznie przedstawić epidemiologię złamań żuchwy, ponieważ częstość występowania urazów i ich przyczyna podawana w różnych publikacjach różnią się znacznie. Wiele zależy od rozwoju ekonomicznego kraju, w którym przeprowadzono badanie. Odnotowano wzrost liczby urazów w krajach rozwijających się, ze względu na spożycie alkoholu, jakość dróg czy pojazdów (1). Natomiast w krajach rozwiniętych stwierdzono spadek liczby urazów

Abstract

Anatomical repositioning is the base for proper treatment of mandibular fractures. Bone fragments can be repositioned with intermaxillary traction placed before osteosynthesis or manually during surgery. Both methods are considered to be equal. **Aim.** The aim of the study was to compare the outcomes of treatment of mandibular fractures by miniplate osteosynthesis with preoperative repositioning, with the use of intermaxillary traction and only manual reduction during the procedure. **Material and methods.** The material included medical documentation of 319 patients treated for isolated mandibular fractures at the Department of Craniomaxillofacial Surgery, Oral Surgery and Implantology, Medical University of Warsaw. Malocclusions observed in patients immediately and one week after surgery were analysed. Moreover, a type of a mandibular fracture and method used for repositioning of bone fragments were evaluated. **Results.** Normal occlusion was observed in 96% of patients with intermaxillary traction and 99% patients who had not had traction placed before osteosynthesis. There were no statistically significant differences in results between both groups. Intermaxillary traction was statistically more frequently placed in case of complex fractures. **Discussion.** Proper osteosynthesis of a mandibular fracture can be performed without intermaxillary traction; however, in complex multifragmented fractures intermaxillary fixation is still an important part of treatment. Mini-screws introduced into the alveolar process and Ivy loops are an alternative method to standard dental splints and they are often used in clinical practice. **(Kołciuk A, Koch K, Bętkowski B, Kołciuk L, Strużycka I, Zawadzki PJ. A comparative analysis of repositioning of mandibular fractures using a manual method and intermaxillary traction before and during surgery. Orthod Forum 2019; 15: 104-11).**

Received: 26.02.2019

Accepted: 03.06.2019

Key words: repositioning, intermaxillary traction, mandibular fracture

Introduction

The epidemiology of mandibular fractures is difficult to present unambiguously, because the incidence of traumas and their causes reported in various publications differ significantly. To a large extent, it is affected by the economic development of the country where the study was conducted. There has been an increase in the number of traumas in developing countries, due to alcohol consumption, road and vehicle quality (1). On the other hand, in developed countries the number of craniofacial traumas decreased (2, 3). In Poland, the most common cause of mandibular fractures are beatings and traffic accidents, which mostly affect men. The

twarzoczaszki (2, 3). W Polsce najczęstszą przyczyną złamań żuchwy są pobicia i wypadki komunikacyjne, które przeważnie dotyczą mężczyzn. Najczęstszą lokalizacją jest okolica kąta żuchwy (4). Od starożytności, kiedy podejmowano pierwsze próby stabilizacji złamań żuchwy, metody zaopatrzenia urazu dolnego masywu twarzy były wielokrotnie modyfikowane. Niezależnie od metody leczenia złamań żuchwy na przestrzeni wieków niezwykle istotnym czynnikiem wpływającym na powodzenie leczenia jest metoda stabilizacji złamania. Na przełomie XIX i XX wieku chirurdzy szczękowi leczyli złamania żuchwy zachowawczo. Początkowo do unieruchomienia kości wykorzystywali różnego rodzaju szyny (np. Gunninga lub Kingsley'a), a w późniejszym okresie – metalowe szyny nazębne przymocowane do zębów za pomocą drutu obwiązanego wokół szyjek zębów (szyny standardowe lub inaczej szyny Ericha). Leczenie zachowawcze z zastosowaniem wyciągów międzyszczękowych było podstawową metodą leczenia aż do 1968 r., kiedy do chirurgii szczękowo-twarzowej wprowadzono osteosyntezę płytkową i na szeroką skalę zaczęto stosować otwartą redukcję (repozycję) złamań żuchwy (Ryc. 1, 2). Od czasu rozpowszechnienia osteosyntezy unieruchomienie międzyszczękowe pozostało podstawową metodą wstępnego zaopatrzenia i nastawienia złamania żuchwy. Unieruchomienie międzyszczękowe jest nadal szeroko stosowaną metodą stabilizacji złamań po ich leczeniu z zastosowaniem osteosyntezy minipłytkowej. Wynika to z przekonania, że jedynie w ten sposób możliwe jest osiągnięcie prawidłowego zwarcia zębów, które jest jednym z wyznaczników dobrze przeprowadzonego leczenia (5, 6). Założenie szyn nazębnych jest, niestety, czasochłonne i obciążone ryzykiem zranienia operatora, a także niedogodnościami dla pacjenta. Kim i wsp. twierdzą, że zadowalający efekt repozycji złamania żuchwy można osiągnąć bez zakładania wyciągu międzyszczękowego (7).

Cel

Celem pracy było porównanie wyników leczenia złamań żuchwy metodą osteosyntezy minipłytkowej z repozycją przedzabiegową, z zastosowaniem wyciągu międzyszczękowego i z wyłączną redukcją manualną podczas zabiegu.

Materiał i metody

Retrospektywnie przeanalizowano dokumentację medyczną pacjentów leczonych z powodu złamań żuchwy w Klinice Chirurgii Czaszkowo-Szczękowo-Twarzowej, Chirurgii Jamy Ustnej i Implantologii Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego w latach 2015–2016. Wybrano 319 chorych spełniających kryteria. Dane kompletowano według formularza stworzonego na potrzeby badania, z którego korzystały wszystkie osoby zbierające informacje. Wcześniej przygotowanie kwestionariusza pozwoliło uniknąć nieścisłości w zebranych materiale i znacznie ułatwiło analizę. Każde badanie radiologiczne zostało ocenione przez co najmniej

area of the mandibular angle is the most common location (4). Since antiquity, when the first attempts to stabilise mandibular fractures were made, the methods of fixing a trauma to the lower face have been modified many times. Regardless of the method of treatment of mandibular fractures over the centuries, the method of fracture stabilisation is an extremely important factor affecting the success of treatment. At the turn of the 19th and 20th centuries, maxillofacial surgeons treated mandibular fractures conservatively. Initially, they used various types of splints (e.g. Gunning or Kingsley splints) to fix the bone, and later – metal dental splints attached to teeth by a wire tied around teeth necks (standard splints or Erich splints). Conservative treatment with the use of intermaxillary traction was the basic method of treatment until 1968, when plate osteosynthesis was introduced to maxillofacial surgery, and open reduction (repositioning) of mandibular fractures was applied on a large scale (Fig. 1, 2). Since the osteosynthesis became popular, intermaxillary fixation has remained the basic method of initial management and repositioning of mandibular fractures. Intermaxillary fixation is still a widely used method of fracture stabilisation after fracture treatment with miniplate osteosynthesis. This is due to the belief that it is the only possible way to achieve correct occlusion, which is one of the indicators of successful treatment (5, 6). Placing dental splints is, unfortunately, time-consuming and associated with the risk of injuring the operator, as well as discomforts for the patient. Kim et al. claim that a satisfactory outcome of repositioning of mandibular fractures can be achieved without the use of intermaxillary traction (7).

Aim

The aim of the study was to compare the outcomes of treatment of mandibular fractures by miniplate osteosynthesis with preoperative repositioning, with the use of intermaxillary traction and only manual reduction during the procedure.

Material and methods

The medical documentation of patients treated for mandibular fractures at the Department of Craniomaxillofacial Surgery, Oral Surgery and Implantology, Medical University of Warsaw in the years 2015–2016 was analysed retrospectively. 319 patients meeting the criteria were selected. The data were compiled according to a form created for the purpose of the study, and it was used by all researchers who collected information. As the questionnaire was prepared earlier, it helped avoid inaccuracies in the material collected and greatly facilitated the analysis. Each radiological examination was evaluated by at least two investigators to avoid errors in the assignment of patients to groups according to the type of a mandibular fracture. At the Department, occlusion after surgery is assessed as a standard practice, by checking the

A comparative analysis of repositioning of mandibular fractures using a manual method...

dwóch badaczy, co pozwoliło uniknąć błędów w przypisaniu pacjentów do grup według rodzaju złamania żuchwy. W Klinice zwanie po operacji jest oceniane standardowo, przez kontrolę zaguzkowania zębów, oraz w badaniu pantomograficznym wykonanym bez ustnika umieszczonego między zębami. Bierze się również pod uwagę subiektywne odczucia pacjenta.

Do badania włączono pacjentów, którzy spełniali następujące kryteria:

- złamanie żuchwy bez urazu innych kości twarzoczaszki
- zastosowane leczenie chirurgiczne
- dostępna pełna dokumentacja z hospitalizacji (w tym badanie radiologiczne)
- dostępna dokumentacja z badania kontrolnego po operacji
- uzębienie umożliwiające ocenę zwania.

Kryteriami wyłączającymi pacjentów z badania były natomiast:

- towarzyszące złamanie innej kości twarzoczaszki
- brak pełnej dokumentacji radiologicznej
- pacjenci bezzębni lub z uzębieniem resztkowym
- pacjenci z wadami gnatycznymi.

Wyniki

Większość spośród 319 pacjentów (283 osoby – 88,7%) stanowili mężczyźni, przy czym u 208 pacjentów (65,2% przypadków złamań żuchwy) przyczyną urazu było pobicie; u 35 leczonych (10,97% przypadków) – wypadki komunikacyjne, u 37 osób (11,6% leczonych) powodem złamania był upadek; 11 pacjentów (3,45%) do urazu doprowadziła aktywność sportowa, a u 28 chorych (8,78%) – inne wypadki.

Repozycję złamania za pomocą wyciągu międzyszczękowego wykonano u 203 pacjentów (63,64%), natomiast w przypadku 116 leczonych (36,36%) dokonano redukcji manualnej.

Ocena zwania po operacji

Nieprawidłowe zwanie we wczesnym okresie pooperacyjnym zarejestrowano u 14 (4,39%) z 319 chorych. Niewłaściwe zaguzkowanie dotyczyło 12 (5,9%) z 203 pacjentów z szynami nazębnymi. U 11 osób zastosowano elastyczne wyciągi międzyszczękowe, w jednym przypadku konieczne było ponowne leczenie operacyjne. W grupie chorych z redukcją manualną złamania niewłaściwe zwanie zdiagnozowano u 2 (1,7%) ze 116 osób. U jednego pacjenta założono elastyczne wyciągi międzyszczękowe, jeden wymagał reoperacji. Zaobserwowana różnica w wynikach nie jest istotna statystycznie (Tab. 1).

Ocena zwania po tygodniu od operacji

Analizę porównawczą wyników leczenia wykonano dla grup przedstawionych w tabeli 2. Grupy wyodrębniono zgodnie z przebiegiem szczelin złamania żuchwy, a dla urazów z kilkoma liniami przelomu zostały stworzone zestawienia o podobnej charakterystyce złamań. Do podziału złamań żuchwy

intercuspatation of teeth, and by a panoramic radiograph performed without a mouthpiece placed between the teeth. Subjective feelings of patients are also taken into account.

Patients who met the following criteria were included in the study:

- mandibular fracture without a trauma to other bones of the facial skeleton
- surgical treatment applied
- available full documentation from hospitalisation (including a radiological examination)
- available documentation from a postoperative follow-up examination
- dentition allowing for occlusion evaluation.

However, the exclusion criteria from the study were as follows:

- concomitant fracture of another craniofacial bone
- lack of complete radiological documentation
- edentulous patients or patients with residual teeth
- patients with gnathic malformations.

Results

The majority out of 319 patients (283 subjects – 88.7%) were men, in 208 patients (65.2% of mandibular fractures) a trauma was caused by beating; in 35 patients (10.97% of cases) – traffic accidents; in 37 patients (11.6% of subjects) falls were the cause of a fracture; 11 patients (3.45%) were injured by sports activities; and 28 patients (8.78%) were injured by other accidents.

In 203 patients (63.64%) the fracture was repositioned with intermaxillary traction, while in 116 patients (36.36%) manual reduction was performed.

Assessment of occlusion after surgery

Abnormal occlusion in the early postoperative period was registered in 14 (4.39%) out of 319 patients. Improper intercuspatation affected 12 (5.9%) out of 203 patients with dental splints. In 11 patients, intermaxillary elastic traction was used, in one case surgical treatment had to be repeated. In the group of patients with manual reduction of fractures incorrect occlusion was diagnosed in 2 (1.7%) out of 116 patients. One patient had intermaxillary elastic traction applied, one required reoperation. The observed difference in results is not statistically significant (Tab. 1).

Assessment of occlusion one week after surgery

A comparative analysis of treatment outcomes was performed for the groups presented in Table 2. Groups were divided according to the course of fissures of the mandibular fractures, and for traumas with several fracture lines, combinations with similar characteristics were created. The AO Foundation classification (9) was used to classify mandibular fractures. The results were expressed as the number of patients with normal occlusion one week after surgery, in each group,

wykorzystano klasyfikację AO Foundation (9). Wyniki wyrażono jako liczbę pacjentów z prawidłowymi warunkami zgryzowymi po tygodniu od operacji, w każdej grupie, w zależności od metody repozycji złamania. W zestawieniu z badaniem pooperacyjnym różnica w zaburzeniach zwarcia pomiędzy grupami była jeszcze mniej widoczna. Prawidłowe warunki zgryzowe stwierdzono u 195 (96%) z 203 osób, u których redukcję złamania przeprowadzono za pomocą wyciągu międzyszczękowego i u 115 (99%) ze 116 osób z grupy z repozycją manualną. Większy odsetek występowania prawidłowego zwarcia u pacjentów z grupy, w której złamanie nastawiono ręcznie sugeruje lepsze wyniki przy zastosowaniu tej metody leczenia, jednak ta różnica nie jest istotna statystycznie. Znamienne statystycznie jest natomiast zależność między sposobem redukcji a rodzajem złamania żuchwy ($p = 0,00037$). Wyciąg międzyszczękowy był częściej wybierany przez chirurgów szczękowo-twarzowych w przypadku złamania wyrostka kłykciowego, jak również w złożonych typach złamań (grupy 6–10).

depending on the method used for fracture repositioning. In comparison with the postoperative examination, the difference in malocclusions between groups was even less visible. Normal occlusion was found in 195 (96%) out of 203 subjects in whom fracture reduction was performed with intermaxillary traction and in 115 (99%) out of 116 subjects in the group with manual repositioning. A higher incidence of normal occlusion in patients in whom fracture was repositioned manually suggests better outcomes using this method of treatment; however, this difference is not statistically significant. On the other hand, the relationship between the method of reduction and the type of a mandibular fracture is statistically significant ($p = 0.00037$). Intermaxillary traction was more frequently selected by maxillofacial surgeons in case of condylar fractures as well as complex types of fractures (groups 6–10).

Tabela 1. Leczenie wczesnych pooperacyjnych nieprawidłowości zgryzowych w zależności od sposobu repozycji złamania
Table 1. Treatment of early postoperative malocclusions depending on the method of fracture repositioning

	Wyciągi międzyszczękowe 203 pacjentów <i>Intermaxillary traction 203 patients</i>	Redukcja manualna 116 pacjentów <i>Manual reduction 116 patients</i>
Wyciągi elastyczne <i>Elastic traction</i>	11 (5.4%)	1 (0.85%)
Reoperacja <i>Repeated surgery</i>	1 (0.5%)	1 (0.85%)
Razem <i>Total</i>	12 (5.9%)	2 (1.7%)

Dyskusja

Stabilizacja za pomocą wyciągów międzyszczękowych odgrywa istotną rolę w leczeniu złamań żuchwy. Zastosowanie wyciągów może stanowić samodzielną metodę leczenia, która wymaga redukcji i unieruchomienia na 6–8 tygodni. Stabilizacja odłamów kostnych prowadzi do zmniejszenia dolegliwości bólowych, wpływając znacząco na samopoczucie pacjenta. Choć zakładanie wyciągów międzyszczękowych nie jest procedurą obowiązkową, można wymienić kilka wskazań do ich zastosowania. Są to: brak osoby asystującej przy zabiegu, który ma szczególne znaczenie podczas operacji w warunkach ostrego dyżuru; złamanie wyrostka kłykciowego, które wymaga założenia wyciągu elastycznego pooperacyjnie; zastosowanie wyciągów, jako metoda wspomagająca dla osteosyntezy miniplatek (np. liczne odłamy kostne); obecne zapalenie kości u pacjenta; niestosowanie się pacjenta do zaleceń pooperacyjnych.

Wczesna ocena zwarcia po operacji może być utrudniona ze względu na dolegliwości bólowe u pacjenta oraz z powodu

Discussion

Fixation with intermaxillary traction plays an important role in the treatment of mandibular fractures. The use of traction may be an independent method of treatment, requiring reduction and immobilisation for 6–8 weeks. Stabilisation of bone fragments leads to the reduction of pain, significantly affecting the patient's well-being. Although placement of intermaxillary traction is not a mandatory procedure, there are a few indications for its use. These include: lack of a person assisting during the procedure, which is of particular importance during the surgery performed in an emergency room; fracture of the condylar process, which requires placement of postoperative elastic traction; use of traction as a method supporting the miniplate osteosynthesis (e.g. numerous bone fragments); bone inflammation in the patient; lack of patient's compliance with postoperative recommendations.

Early assessment of occlusion after surgery may be difficult due to patient's pain and swelling of soft tissues. For this reason, a clinical evaluation of occlusion should be performed with

*A comparative analysis of repositioning of mandibular fractures using a manual method...***Tabela 2. Analiza warunków zgryzowych tydzień po operacji w badanych grupach zgodnie z podziałem na grupy według rodzaju złamania****Table 2. Analysis of occlusion one week after surgery in study groups divided into subgroups depending on the fracture type**

Rodzaj złamania (grupa) <i>Fracture type (group)</i>		Wyciąg międzyszczękowy 203 pacjentów <i>Intermaxillary traction</i> 203 patients		Redukcja manualna 116 pacjentów <i>Manual reduction</i> 116 patients	
		Pacjenci w grupie <i>Patients in the group</i>	Prawidłowe zwarcie <i>Normal occlusion</i>	Pacjenci w grupie <i>Patients in the group</i>	Prawidłowe zwarcie <i>Normal occlusion</i>
1	Kąt żuchwy / <i>Mandibular angle</i>	42	42	46	46
2	Wyrostek kłykciowy / <i>Condylar process</i>	22	22	5	5
3	Trzon żuchwy / <i>Mandibular body</i>	12	12	15	15
4	Odcinek przedni żuchwy (symphysis/ parasymphysis) <i>Anterior mandibular section</i> (symphysis/ parasymphysis)	4	4	3	3
5	Gałąź żuchwy / <i>Mandibular ramus</i>	0	0	2	2
6	Złamanie wieloodłamowe <i>Multifragmented fracture</i>	3	3	0	0
7	Kąt i trzon lub spójnienie Kąt lub trzon obustronnie <i>Angle, and body or symphysis</i> <i>Angle or body bilaterally</i>	53	51 (96.2%)	24	23 (95.8%)
8	Wyrostek kłykciowy i kąt lub trzon lub spójnienie <i>Condylar process and angle or body</i> <i>or symphysis</i>	49	44 (89.8%)	16	16
9	Wyrostek kłykciowy obustronnie i trzon lub spójnienie <i>Condylar process bilaterally and body</i> <i>or symphysis</i>	7	7	3	3
10	Gałąź żuchwy i trzon lub spójnienie <i>Mandibular ramus and body</i> <i>or symphysis</i>	11	10 (90.9%)	2	2
Razem / <i>Total</i>			195 (96%)		115 (99%)

obrzęku tkanek miękkich. Z tego powodu kliniczna ocena warunków zgryzowych powinna być przeprowadzona szczególnie dokładnie i zostać uzupełniona o badanie radiologiczne. Pantomogram lub CBCT powinny być wykonane bez ustnika między zębami siecznymi. Ustnik rozklinowuje zęby co uniemożliwia ocenę zaguzkowania na zdjęciu. Z analizy danych wynika, że większy odsetek komplikacji pozabiegowych dotyczył pacjentów leczonych z wyciągami międzyszczękowymi. Prawdopodobnie chirurdzy zdecydowali się na zastosowanie szyn nazębnych w przypadku złamań bardziej skomplikowanych, ze znacznym przemieszczeniem

particular care and supplemented by a radiological examination. A panoramic radiograph or CBCT should be performed without a mouthpiece between the incisors. The mouthpiece separates the teeth, which makes it impossible to assess the intercuspatation on scans. The data analysis shows that a higher percentage of postoperative complications occurred in patients treated with intermaxillary traction. Surgeons probably decided to use dental splints for more complicated fractures with significant bone fragment displacement. In some situations, a dental splint may make it difficult to properly position fragments in the area of the alveolar process. Elastic traction is usually enough for the



Rycina 1. Pantomogram. Stan po osteosyn-tezie płytkowej złamania kąta żuchwy- do re-pozy-cji odłamów kostnych wykorzystano wyciąg międzyszczękowy.

Figure 1. Panoramic radiograph. Status post plate osteosynthesis of a fracture of the mandibular angle – intermaxillary traction was used to reposition bone fragments.



Rycina 2. Pantomogram. Stan po osteosyn-tezie płytkowej złamania kąta żuchwy- re-pozy-cja złamania bez wyciągu międzyszczękowego.

Figure 2. Panoramic radiograph. Status post plate osteosynthesis of a fracture of the mandibular angle – fracture repositioning without intermaxillary traction.

odłamów kostnych. W niektórych sytuacjach szyna nązębna może utrudniać odpowiednie ustawienie odłamów w okolicy wyrostka zębodołowego. Do leczenia wczesnych powikłań pozabiegowych najczęściej wystarczy założenie wyciągu elastycznego. Po tygodniu od operacji różnica w wynikach leczenia obu grup była jeszcze mniejsza. Zarejestrowane nieprawidłowości zgryzowe były minimalne i nie wymagały ponownego leczenia operacyjnego. Na podstawie analizy materiału zebranego w przedstawionym badaniu nie można stwierdzić istotnej statystycznie różnicy w wynikach leczenia pomiędzy dwiema metodami redukcji złamań żuchwy.

Wyniki tego badania, choć nie w każdym punkcie znamienne statystycznie, głównie ze względu na małą liczebność grup, pokazują, że nie jest konieczne stosowanie elastycznego wyciągu międzyszczękowego u każdego chorego ze złamaniem żuchwy, pomimo przyzwyczajenia doświadczonych specjalistów. Znacznych nieprawidłowości zgryzowych nie da się skorygować wyciągiem elastycznym, a niewielkie zaburzenia zwarcia mogą być wyrównane również bez jego zastosowania. Można wymienić kilka ważnych wskazań do stosowania wyciągów międzyszczękowych, ale unikanie tej metody re-pozy-cji też ma niewątpliwe zalety. Zakładanie szyn nązębnych zajmuje 30–60 minut i niesie za sobą ryzyko zranienia operatora. Druć owinięty wokół zębów i znajdująca się na nich szyna utrudniają pacjentowi utrzymanie odpowiedniej higieny jamy ustnej, co jest istotne dla prawidłowego gojenia. Zastosowanie szyn nązębnych może ponadto prowadzić do uszkodzenia przyzębia.

treatment of early postoperative complications. One week after the surgery, a difference in treatment outcomes between two groups was even smaller. Malocclusions registered were minimal and did not require any repeated surgeries. On the basis of the analysis of material collected in this study, no statistically significant differences in treatment outcomes between two methods of mandibular fracture reduction can be observed.

The results of this study, although not statistically significant in every aspect, mainly due to a small number of groups, show that it is not necessary to use intermaxillary elastic traction in every patient with a mandibular fracture, despite the habits of experienced specialists. Significant malocclusions cannot be corrected with elastic traction, and mild malocclusions can also be corrected without this appliance. We can list a few important indications for the use of intermaxillary traction, but undoubted advantages are also associated with avoiding to use this method of reposition. Placement of dental splints takes 30–60 minutes and is associated with the risk of an injury to the operator. Wire wrapped around the teeth and the splint placed on it make it difficult for the patient to maintain proper oral hygiene, which is important for proper healing. Moreover, the use of dental splints can also lead to periodontal damage. Insertion and removal of splints is associated with significant discomfort for the patient, and if splint placement is performed before osteosynthesis under general anaesthesia, it leads to longer surgery times, and increased treatment

A comparative analysis of repositioning of mandibular fractures using a manual method...

Zakładanie i zdejmowanie szyn wiąże się ze znacznym dyskomfortem dla pacjenta, a jeśli szynowanie jest przeprowadzane przed osteosyntezą w znieczuleniu ogólnym, to prowadzi do wydłużenia czasu operacji, i zwiększenia kosztów leczenia. Redukcja manualna wymaga od operatora odpowiednich umiejętności i doświadczenia, a w przypadku braku odpowiedniej asysty może być niewykonalna (10).

Zamiast szyn nazębnych stosuje się miniśruby wprowadzane ręcznie w wyrostek zębodołowy, do których przywiązuje się ligatury podczas repozycji odłamów kostnych. Przy tej technice istnieje, niestety, ryzyko uszkodzenia korzeni zębów podczas wprowadzania śrub w przestrzenie międzykorzeniowe. W porównaniu z szyną standardową miniśruby są zdecydowanie droższym rozwiązaniem. Nie mogą być wykorzystane, gdy zachodzi konieczność długoczasowego unieruchomienia, ponieważ tracą stabilizację po 5–6 tygodniach. Poza tym umieszczenie śrub w znacznym oddaleniu od linii zgryzu powoduje niekorzystne ustawienie odłamów kostnych i przesunięcie dolnego brzegu żuchwy. Są też one niewskazane u dzieci z niewyrzniętymi zębami stałymi.

Popularnym rodzajem unieruchomienia międzyszczękowego są pętle Ivy. Są stosunkowo proste do założenia, umożliwiają stabilizację sąsiadujących zębów i można je zakładać u dzieci z uzębieniem mlecznym lub mieszanym (11).

Podsumowując, wydaje się, że zastosowanie wyciągów międzyszczękowych w leczeniu złamań żuchwy nie dominuje nad repozycją manualną, dlatego nie ma konieczności ich rutynowego używania. Dla potwierdzenia tych wyników konieczne jest przeprowadzenie badania prospektywnego na większej grupie pacjentów.

costs. Manual reduction requires the operator to have appropriate skills and experience, and in the absence of appropriate assistance may not be feasible (10).

Instead of dental splints, mini-screws that are manually inserted into the alveolar process are used, and ligatures are attached to them during the repositioning of bone fragments. With this technique there is, unfortunately, a risk of damaging tooth roots when inserting screws into the spaces between roots. Compared to a standard splint, mini-screws are a much more expensive solution. They cannot be used when long-term fixation is necessary, as they lose their stability after 5–6 weeks. Moreover, placing screws at a significant distance from the occlusion line results in a disadvantageous position of bone fragments and displacement of the lower mandibular edge. They are also not recommended for children with unerupted permanent teeth.

Ivy loops are a common type of intermaxillary fixation. They are relatively easy to put on, help stabilise adjacent teeth and can be placed in children with milk or mixed dentition (11).

To sum up, it seems that the use of intermaxillary traction in the treatment of mandibular fractures does not dominate over manual repositioning, therefore it is not necessary to use it routinely. In order to confirm these results, it is necessary to conduct a prospective study on a larger group of patients.

Piśmiennictwo / References

1. Adebayo ET, Ajike OS, Adekeye EO. Analysis of pattern of maxillofacial fractures in Kaduna, Nigeria. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2003; 41: 396-400.
2. Hog NJ, Stuart TC, Armstrong JE, Girotti MJ. Epidemiology of maxillofacial injuries at trauma hospitals in Ontario Canada between 1992 and 1997. *J Trauma* 2000; 49: 425-32.
3. Kontio R, Suuronen R, Ponkkonen H, Lindqvist C, Laine P. Have the causes of maxillofacial fractures changed over last sixteen years in Finland. An epidemiological study of 725 fractures. *Dent Traumatol* 2005; 21: 14-9.
4. Uliasz M, Czarnecki T, Reymond J, Płatos P. Analiza złamań dolnego masywu twarzy u chorych leczonych w warszawskiej Klinice Chirurgii Czaszkowo- Szczękowo-Twarzowej w latach 2001-2005. *Czas Stomatol* 2006; 59: 864-75.
5. Mukerji R, Mukerji G, McGurk M. Mandibular fractures: Historical perspective. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2006; 44: 222-8.
6. Miloro M, Ghali GE, Larsen P, Waite P. Peterson's Principles of Maxillofacial Surgery. PMPH-USA 2012: 407-17.
7. Kim HJ, Burm JS, Kim YW, Pyun JK. Surgical treatment of mandibular fracture without intermaxillary fixation. *Plastic and Reconstructive Surgery* 2006; 118: 158-9.
8. Buitrago-Téllez C H, Audigé L, Strong B, Gawelin P, Hirsch J, Ehrenfeld M, Ruddermand R, Louis P, Lindqvist C, Kunz C, Cornelius P, Shumrick K, Kellman RM, Sugar A, Alpert B, Prein J, Frodel J. A comprehensive classification of mandibular fractures: a preliminary agreement validation study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2008; 37: 1080-8.
9. Qureshi AA, Reddy UK, Warad NM, Badal S, Jamadar AA, Qurishi N. Intermaxillary fixation screws versus Erich arch bars in mandibular fractures: A comparative study and review of literature. *Ann Maxillofac Surg* 2016; 6: 25-30.
10. Rai A, Datarkar A, Borle RM. Are maxillomandibular fixation screws a better option than erich arch bars in achieving maxillomandibular fixation? A randomized clinical study. *J Oral Maxillofac Surg* 2011; 69: 3015-8.
11. McGinn JD, Fedok FG. Techniques of maxillary- mandibular fixation. *Operative techniques in Otolaryngology-Head and Neck Surgery* 2008; 19: 117-22.

Ocena metodą trójwymiarowej tomografii komputerowej zmian w górnych drogach oddechowych po leczeniu aparatem Carriere Motion 3D klasy II

*Three-dimensional computed tomography evaluation of airway changes after treatment with Carriere Motion 3D Class II appliance **

Khaled Hazem Attia¹
Mai Hamdy Aboufotouh²
Ahmed Sherien Fouda³

^{1,2,3} Wydział Ortodontji i Ortopedii Twarzowo-Szczękowej, Kierunek Stomatologia, Uniwersytet w Kairze, Egipt
Department of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, Faculty of Dentistry, Cairo University, Egypt

* Tekst w oryginalnej, angielskiej wersji językowej został pierwotnie opublikowany w: J Dent Maxillofacial Res 2019; 2: 16-9.
Przedruk za zgodą autora oraz edytora J Dent Maxillofacial Res

* *The text was originally published in English language version in: J Dent Maxillofacial Res 2019; 2: 16-9. J Dent Maxillofacial Res has given permission for the reproduction*

Streszczenie

Autorzy ocenili wpływ aparatu Carrière Motion II na parametry dróg oddechowych na poziomie gardła w grupie pacjentów z klasą II z zastosowaniem tomografii komputerowej wiązki stożkowej (CBCT). **Materiał i metody.** Do tego badania włączono retrospektywnie grupę 20 dorosłych pacjentów z wadami zgryzu klasy II, którzy byli leczeni aparatem Carrière Motion II. Całkowitą objętość dróg oddechowych i minimalne pole przekroju poprzecznego oceniono przed leczeniem i po leczeniu na obrazach CBCT z zastosowaniem oprogramowania Anatomage. Przeprowadzono analizę statystyczną zebranych danych. **Wyniki.** Zmierzone parametry dróg oddechowych charakteryzowały się znaczącym wzrostem

Abstract

The authors evaluated the effect of the Carriere motion II appliance on the pharyngeal airway parameters in a sample of class II patients, using cone beam computed tomography (CBCT). **Material and methods.** A retrospective sample of 20 adult patients with class II malocclusion who received treatment with Carriere motion II appliance were included in this study. The total airway volume and the minimum cross-sectional area were assessed before and after treatment using Anatomage software on the CBCT scans. Statistical analysis of the collected data was performed. **Results.** The measured airway parameters increased significantly after correction of the class II malocclusion using the Carrier motion II

¹ Prof. dr hab. n. med., lekarz dentysta / DDS, MSc, PhD, Professor

² Dr n. med., lekarz dentysta, wykładowca / BDS, MSc, PhD, Lecturer

³ Lekarz dentysta, asystent wykładowcy / BDS, MSc, Teacher assistant

Dane do korespondencji/Correspondence address:

Professor Khaled Hazem Attia

e-mail khaledhattia@dentistry.cu.edu.eg

Three-dimensional computed tomography evaluation of airway changes after treatment ...

po korekcji wady zgryzu klasy II z zastosowaniem aparatu Carrière Motion II. **Wniosek.** Po leczeniu aparatem Carrière Motion II stwierdzono wzrost całkowitej objętości dróg oddechowych, a także minimalnego pola przekroju poprzecznego.

Słowa kluczowe: aparat Carrière Motion II, górne drogi oddechowe, tomografia komputerowa CBCT

Wstęp

Wady zgryzu klasy II są jednym z najczęstszych problemów, z jakimi spotykają się ortodontycy podczas leczenia (1). Dystalizacja zębów szczęki stała się ważną metodą leczenia u pacjentów z wadami zgryzu klasy II i wadami zgryzu klasy I z obuszczkową protruzją zębowo-wyrostkową, zwłaszcza gdy ekstrakcja nie jest przez pacjentów akceptowana (2, 3).

W ostatnim czasie analiza dróg oddechowych i wpływu różnych metod leczenia na przestrzeń w górnych drogach oddechowych zyskały większą uwagę badaczy, ale w publikacjach występują sprzeczne wyniki. Istnieje wiele opublikowanych badań dotyczących zależności między anatomią dróg oddechowych a obecnością i nasileniem wad zgryzu (3–8). W szczególności niedrożność górnych dróg oddechowych powiązано z wadami zgryzu klasy II i problemami ze wzrostem pionowym (9–12).

W literaturze sugeruje się również, że zmniejszone wymiary górnych dróg oddechowych są związane ze wzrostem kąta płaszczyzny żuchwy, co może przyczynić się do różnic w wielkości, pozycji i rotacji żuchwy (13, 14). W kilku badaniach wykazano zmniejszenie wymiaru dróg oddechowych na poziomie gardła po zastosowaniu ekstrakcji (15–17). Guilleminault i wsp. (18) zasugerowali, że ekstrakcja może predysponować pacjentów do obturacyjnego bezdechu sennego. Z drugiej strony, Larsen i wsp. (19) przedstawili silne dowody na to, że nie ma związku między ekstrakcją przedtrzonowców a obturacyjnym bezdechem sennym.

Luis Carrière wprowadził w 2004 r. nowy aparat o nazwie Carrière Motion (20). Jest on przeznaczony do zmiany relacji trzonowców klasy II na relację klasy I, dzięki dystalizacji całego segmentu tylnego od kła do pierwszego trzonowca przed zastosowaniem zamków albo dowolnego innego aparatu. Połączenie w postaci kuli i panewki wbudowane w tylną płytkę posiada zamocowane ograniczniki, które zapobiegają niepożądanemu przechyleniu się trzonowców podczas dystalizacji.

Nie oceniono jednak wpływu dystalizacji zębów szczęki na drogi oddechowe u pacjentów z wadą klasy II, których leczono bez ekstrakcji. W związku z tym celem niniejszego badania była ocena, w jakim stopniu leczenie w celu korekty wad zgryzu klasy II Angle'a aparatem Carrière Motion II wpływa na wymiary dróg oddechowych.

appliance. **Conclusion.** The use of the Carrière class II motion appliance resulted in an increase the total pharyngeal airway volume as well as in the minimum cross-sectional area after treatment.

Key words: Carriere motion II appliance, upper airway changes, computed tography (CBCT)

Introduction

Class II malocclusion is one of the most frequent treatment problems facing orthodontists (1). Distalization of the maxillary dentition has become an important treatment modality for Class II and Class I malocclusion with bimaxillary dentoalveolar protrusion patients, especially when extraction treatment is not accepted by patients (2,3).

In recent times, airway analysis and the effect of different treatment modalities on the airway space have gained increased attentiveness from researchers and have had contradictory results in the literature. There are a variety of published studies on the relationship between airway anatomy and the presence and severity of malocclusions (3-8). In particular, airway obstruction has been associated with Class II malocclusion and vertical growth problems (9-12).

The literature also suggests that reduced airway dimensions are related to increases in the mandibular plane angle and that this may contribute to differences in mandibular size, position and rotation (13,14). Several studies showed a decrease in the pharyngeal airway size with extraction treatment (15-17). Guilleminault et al. (18) suggested that extraction treatment may predispose patients to obstructive sleep apnea. On the other hand, Larsen et al.(19) demonstrated strong evidence that there was no relationship between premolar extraction treatment and obstructive sleep apnea.

In 2004 a new appliance was introduced by Luis Carrière carrying his name, called the Carrière Motion appliance (20). This appliance is designed to change a class II molar relation into a class I relation by distalizing the whole posterior segment from the canine to the first molar before brackets or any other appliances are placed. The ball and socket joint built in the posterior pad has built-in stops to prevent unwanted molar tipping during distalization.

However, the effect of distalization of the maxillary dentition in non-extraction Class II patients on the airway has not been evaluated. Therefore, the purposes of this study were to evaluate to what extent does treatment to correct Angle Class II malocclusions with Carriere Motion II appliance influence the airway space.

Material and Methods

Subjects

This study is a retrospective study were patients data were recruited from the Outpatient Clinic at the Department of

Material i metody

Uczestnicy

Badanie jest retrospektywnym badaniem, w którym dane pacjentów uzyskano z Poradni Klinicznej przy Klinice Ortodontji na Wydziale Medycyny Stomatologicznej i Jamy Ustnej Uniwersytetu w Kairze. Wybrano 20 przypadków leczonych aparatem Carrière Motion II w oparciu o następujące kryteria włączenia: 1. Pacjenci po okresie dojrzewania w wieku 14–30 lat, z cechami kręgów szyjnych potwierdzającymi zakończenie dojrzewania, czyli stadium 4, 5 i 6 (deceleracja, dojrzewanie i zakończenie). 2. Wada zgryzu klasy II, grupa 1. z guzkową relacją trzonowców co najmniej klasy II obustronnie. 3. Dobrze ustawione segmenty tylne szczęki od kła do drugiego trzonowca szczęki. 4. Pełne uzębienie stałe, w tym drugie trzonowce stałe w szczęce i zuchwie. 5. Dowolna płęć. 6. Brak wcześniejszego leczenia ortodontycznego.

Procedura kliniczna

Aparat Carrière Motion II został przyklejony do stałego kła i pierwszego trzonowca szczęki, a odpowiedni rozmiar wybrano zgodnie z instrukcją producenta. Następnie dla łuku dolnego wykonano wycisk alginatowy. Później wykonano odlew z twardego gipsu. Do wykonania aparatu retencyjnego Essix zastosowano twarde arkusz próżniowy o grubości 1,5 mm. Tylony koniec powierzchni policzkowej aparatu Essix przycięto naprzeciwko obszaru dolnego drugiego trzonowca, tworząc okno do odsłonięcia rurki do mocowania wewnątrzustnych wyciągów elastycznych. Następnie sprawdzono, czy aparat zapewnia odpowiednią retencję w jamie ustnej pacjenta.

Wyciągi elastyczne klasy II zamocowano od kła szczęki do drugiego trzonowca zuchwy obustronnie. W pierwszym miesiącu zastosowano mocne wyciągi elastyczne 1/4. W kolejnych miesiącach – mocne wyciągi elastyczne 3/16. Pacjenci otrzymali instrukcję, aby nosić wyciągi elastyczne 24 godziny na dobę, z wyjątkiem posiłków, oraz aby zmieniać je codziennie.

Obrazowanie CBCT

Badania obrazowe CBCT przeprowadzono przed rozpoczęciem leczenia oraz po zakończeniu dystalizacji. Obrazy CBCT uzyskano, stosując skaner Next Generation i-CAT. Skaner jest wyposażony w płaski panel z amorficznego krzemu z czujnikiem ze scyntylatorem z jodku cezu (CsI), wielkością plamki ogniskowej 0,5 mm, rozdzielczością w 14-bitowej skali szarości i działającym zgodnie z poniższym protokołem dla wszystkich skanów badania: napięcie lampy: 120 kVp, miliamper: 18,54 mAs, rozmiar voxela: 0,3 mm, czas skanowania: 8,9 sekund, pole widzenia: 17 cm wysokość, 23 cm średnica.

Analiza oprogramowania do oceny dróg oddechowych

Cyfrowe pliki obrazowe pacjentów były eksportowane w formacie DICOM (ang. Digital Imaging and Communications in Medicine) i przetwarzane przy użyciu oprogramowania Tx Studio (Anatomage, wersja 5.2, San Jose, CA).

Orthodontics, Faculty of Oral and Dental Medicine, Cairo University. 20 case treated with Carrière motion II were selected with the following inclusion criteria: 1. Post-pubertal patients with age range from 14-30 years, manifesting features of post-pubertal cervical vertebrae maturational stages 4, 5 and 6 (deceleration, maturation, and completion). 2. Class II Division 1 malocclusion with at least an end-on Class II molar relationship bilaterally. 3. Well-aligned posterior maxillary segments from the canine to maxillary second molar. 4. Full permanent dentition including the second maxillary and mandibular permanent molars. 5. No sex predilection. 6. No previous orthodontic treatment.

Clinical Procedure

The Carrière Motion appliance was bonded on the permanent maxillary canine and first molar and the correct size was chosen according to the manufacturer's instructions. An alginate impression was then taken for the lower arch. A cast was then poured into hard stone. A hard vacuum sheet of 1.5 mm in thickness was used to fabricate the Essix retainer. The posterior end of the buccal surface of the Essix appliance was trimmed opposite to the lower second molar region creating a window to expose the tube for attachment of the intraoral elastics. The appliance was then checked for retention inside the patient's mouth.

Class II elastics were attached from the maxillary canine to the mandibular second molar bilaterally. During the first month, 1/4 heavy elastics were used. The following months 3/16 heavy elastics were used. The patients were instructed to wear the elastics twenty-four hours daily except during mealtime and to change them daily.

CBCT Imaging

CBCT scans were taken before the start of treatment and after completion of distalization. The CBCT images were acquired using a Next Generation i-CAT scanner. The machine is supplied with Amorphous Silicon Flat Panel Sensor with Cesium Iodide (CsI) scintillator, 0.5mm focal spot size, 14 Bit grayscale resolution, and operating at the following protocol for all the scans of the study: Tube voltage: 120 kVp, Milliampere: 18.54 mAs, Voxel size: 0.3 mm, Scanning time: 8.9 seconds, Field of view: 17 cm Height, 23 cm Diameter.

Software analysis for assessment of airway

Digital image files of the patients were exported in digital imaging and communications in medicine (DICOM) format and processed using the Tx Studio software (Anatomage, version 5.2, San Jose, CA).

All acquired images were converted into volumetric images and reconstructed sagittal, axial and coronal slices. The clinician needs to outline the identified airway volume of interest using a computer mouse. Once the airway volume has been selected based on the superior and inferior borders, the software program will automatically calculate the total

Wszystkie uzyskane obrazy zostały przekształcone na obrazy wolumetryczne, a ponadto zrekonstruowano warstwy w płaszczyźnie strzałkowej, osiowej i czołowej. Lekarz klinicysta zakreślał myszką komputerową zidentyfikowaną badaną objętość dróg oddechowych. Po wybraniu objętości dróg oddechowych w oparciu o górne i dolne granice, program przy użyciu kodowanych kolorem wartości dla zwężenia automatycznie obliczył całkowitą objętość dróg oddechowych, jak również minimalne pole przekroju poprzecznego oznaczające najbardziej zwężoną część dróg oddechowych na poziomie gardła. Taka metoda pomiaru objętości dróg oddechowych jest uznawana za spójną i stałą, ponieważ kręgi szyjne zastosowano jako anatomiczne punkty odniesienia.

Analiza statystyczna

Test t dla par wykorzystano do oceny zmian w całkowitej objętości dróg oddechowych i minimalnego pola przekroju poprzecznego przed zastosowaniem i po zastosowaniu aparatu Carrière Motion II. Dane przedstawiano jako wartość średnia \pm błąd standardowy. Wartości P poniżej 0,05 zostały uznane za istotne statystycznie. Analizę statystyczną przeprowadzono przy użyciu oprogramowania GraphPad Prism 6.0 (GraphPad, La Jolla, CA).

Wyniki

Całkowita objętość dróg oddechowych

- Wartość P i znaczenie statystyczne:
Analiza statystyczna wykazała, że po zastosowaniu aparatu Carrière Motion II nastąpił wzrost całkowitej objętości dróg oddechowych z 11,31 ml do 15,2 ml (Tab. 1).
Wartość P w teście dwustronnym była mniejsza niż 0,001. Zgodnie z konwencjonalnymi kryteriami ta różnica jest uważana za istotną statystycznie.
- Przedział ufności:
Wartość średnia dla grupy pierwszej minus dla grupy drugiej wynosi -3,900
95% przedział ufności tej różnicy: od -5,548 do -4,252.
- Wartości pośrednie wykorzystywane w obliczeniach:
 $t = 15,8321$
 $df = 19$
błąd standardowy różnicy = 0,309.

Minimalne pole przekroju poprzecznego

- Wartość P i znaczenie statystyczne:
Analiza statystyczna wykazała, że po zastosowaniu aparatu Carrière Motion II minimalne pole przekroju poprzecznego wzrosło z 171,68 mm² do 212,78 mm² (Tab. 2).
Wartość P w teście dwustronnym była mniejsza niż 0,001. Zgodnie z konwencjonalnymi kryteriami różnica ta jest uważana za statystycznie istotną.

airway volume, as well as the minimum cross-sectional area, which is the most constricted part of the pharyngeal airway using color-coded constriction values. This method of measuring airway volume is considered consistent and stable, as cervical vertebrae were used as anatomic reference landmarks.

Statistical analysis

The paired t-test was used to evaluate changes in total airway volume and minimal cross-sectional area before and after Carrière Motion appliance treatment. Data are presented as mean \pm standard error. P values less than 0.05 were considered statistically significant. Statistical analysis was performed using GraphPad Prism 6.0 software (GraphPad, La Jolla, CA).

Results

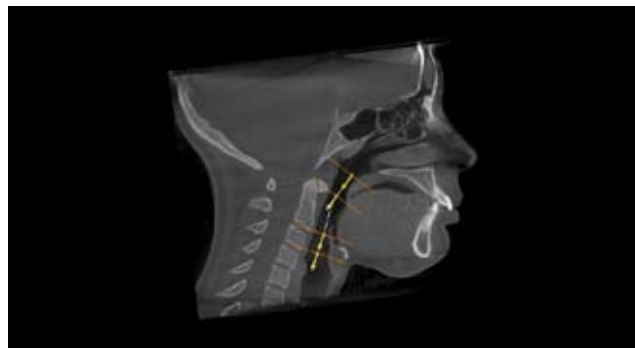
Total airway volume

- P value and statistical significance:
The statistical analysis reveals that there was an increase in the total airway volume after treatment with Carrière Motion II appliance from 11.31 ml to 15.2 ml (Tab.1).
The two-tailed P value was less than 0.001. By conventional criteria, this difference is considered to be statistically significant.
- Confidence interval:
The mean of Group One minus Group Two equals -3.900
95% confidence interval of this difference: From -5.548 to -4.252
- Intermediate values used in calculations:
 $t = 15.8321$
 $df = 19$
standard error of difference = 0.309

Minimum cross-sectional area

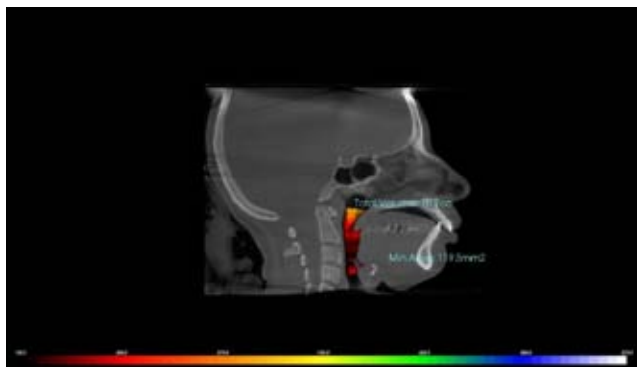
- P value and statistical significance:
The statistical analysis reveals that there was an increase in the minimum cross-sectional area after treatment with Carrière Motion II appliance from 171.68 mm² to 212.78 mm² (Table 2).
The two-tailed P value was less than 0.001. By conventional criteria, this difference is considered to be statistically significant.
- Confidence interval:
The mean of Group One minus Group Two equals -41.025
95% confidence interval of this difference: From -52.263 to -29.787
- Intermediate values used in calculations:
 $t = 7.6406$
 $df = 19$
the standard error of difference = 5.369

- Przedział ufności:
Wartość średnia dla grupy pierwszej minus dla grupy drugiej wynosi -41,025
95% przedział ufności tej różnicy: od -52,263 do -29,787.
- Wartości pośrednie wykorzystywane w obliczeniach:
t = 7,6406
df = 19
błąd standardowy różnicy = 5,369.



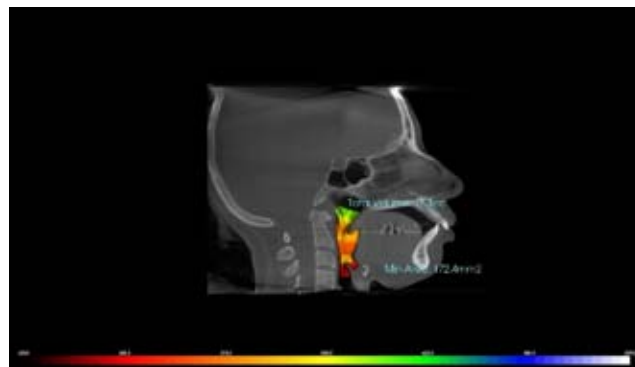
Rycina 1. Obrys określający badaną objętość dróg oddechowych.

Figure 1. Showing outline identifying airway volume of interest.



Rycina 2. Objętość dróg oddechowych przed leczeniem aparatem Carriere Motion II. Ocena wolumetryczna dróg oddechowych pacjenta z zastosowaniem tomografii komputerowej wiązki stożkowej w płaszczyźnie strzałkowej i oprogramowania Anatomage Tx Studio.

Figure 2. Airway volume before treatment with Carriere motion II appliance Volumetric assessment of patient's airway using sagittal cone beam computed tomography image and Anatomage's Tx Studio software.



Rycina 3. Objętość dróg oddechowych po leczeniu aparatem Carriere Motion II. Ocena wolumetryczna dróg oddechowych pacjenta z zastosowaniem tomografii komputerowej wiązki stożkowej w płaszczyźnie strzałkowej i oprogramowania Anatomage Tx Studio.

Figure 3. Airway volume after treatment with Carriere motion II appliance. Volumetric assessment of patient's airway using sagittal cone beam computed tomography image and Anatomage's Tx Studio software.

Tabela 1. Porównanie całkowitej objętości dróg oddechowych przed leczeniem i po leczeniu (test t dla par)

Table 1. Comparison between total airway volume parameters before and after treatment (paired t-test)

	Przed leczeniem Pre-treatment	Po leczeniu Post-treatment
Średnia / Mean	11,310	15,2
SD	3,027	3,032
SEM	0,677	0,678
N	20	20
Wartość P / P Value	<0,001	

Table 2. Porównanie minimalnego pola przekroju poprzecznego przed leczeniem i po leczeniu (test t dla par)

Table 2. Comparison between minimum cross-sectional area parameters before and after treatment (paired t-test)

	Przed leczeniem Pre-treatment	Po leczeniu Post-treatment
Średnia / Mean	171,68	212,78
SD	56,3	61,74
SEM	12,58	13,80
N	20	20
Wartość P / P Value	<0,001	

Dyskusja

W żadnym wcześniejszym badaniu nie oceniano zmian, które mogą wystąpić w odniesieniu do wymiarów dróg oddechowych po dystalizacji zębów szczęki. Dlatego celem naszego badania była ocena zmian objętości dróg oddechowych na poziomie jamy ustnej i gardła oraz minimalnego pola zwężenia po leczeniu aparatem Carrière Motion II.

Ocena górnych dróg oddechowych stała się ważnym badaniem diagnostycznym w kilku podspecjalizacjach stomatologii (21), częściowo ze względu na kontrowersyjny (22, 23), ale potencjalny wpływ znacznego oporu dróg oddechowych, który przyczynia się do nieprawidłowego wzrostu kompleksu nosowo-szczękowego, co skutkuje zwiększonym wymiarem pionowym twarzy u młodych pacjentów (24). Ponadto uważa się, że zwężone drogi oddechowe odgrywają potencjalną rolę w patofizjologii obturacyjnego bezdechu sennego (25).

Wady zgryzu klasy II są często widoczne w badaniu klinicznym w ortopedii szczękowo-twarzowej.

Podjęto kilka prób leczenia w celu korekty takiej wady zgryzu klasy II – jedną z możliwości leczenia jest dystalizacja pierwszego trzonowca szczęki bez ekstrakcji. W 2004 roku wprowadzono aparat Carrière Motion II w celu dystalizacji całego segmentu tylnego od kła szczęki do pierwszego trzonowca z zastosowaniem elastycznych wyciągów międzyszczękowych klasy II (20).

Pierwsze próby oceny dróg oddechowych na poziomie gardła dla różnych przednio-tylnych wad zgryzu zostały przeprowadzone przez Mergena i Jacobsa (26), a następnie przez Trenoutha i Timmsa (27). W obu badaniach wykorzystano pomiary cefalometryczne do oceny przestrzeni nosowo-gardłowej i parametrów czynnościowych dróg oddechowych. Badacze stwierdzili, że powierzchnia i głębokość nosowo-gardłowa były istotnie większe u osób z prawidłowym zgryzem niż u osób z wadą zgryzu klasy II oraz że drogi oddechowe na poziomie jamy ustnej i gardła były pozytywnie skorelowane z długością zuchwy. Również Kirjavainen i Kirjavainen (10) stwierdzili, że u osób z wadami zgryzu klasy II przestrzeń na poziomie gardła była węższa lub mniejsza niż u osób z klasą I i prawidłowym zgryzem.

Do pomiaru górnych dróg oddechowych tradycyjnie korzystano ze zdjęć cefalometrycznych, zwłaszcza w badaniach dotyczących snu (28, 29). Jednak podczas konwencjonalnego obrazowania cefalometrycznego następuje nakładanie się wszystkich struktur po obu stronach i widok czaszki dostępny jest jedynie w płaszczyźnie strzałkowej (29). Do wizualizacji i pomiaru rzeczywistej objętości dróg oddechowych wymagana jest technika trójwymiarowa (3D).

Tomografia komputerowa wiązki stożkowej (CBCT) jest metodą obrazowania wykorzystującą stożkową, skolimowaną wiązkę rtg, zamiast wiązki wachlarzowej (30). Jej dokładność i precyzja pomiaru dróg oddechowych została udokumentowana. Dzięki CBCT analizę 3D górnych dróg

Discussion

No previous study has evaluated the changes that may occur in the airway space after distalization of the maxillary dentition. So, the aim of our study was to evaluate the changes of the Oropharyngeal airway volume and the minimum constricted area after treatment with Carrière motion II appliance.

Evaluation of the upper airway has become an important diagnostic test in several subspecialties of dentistry (21), in part because of the controversial (22,23) but the potential impact of high resistance airways contributing to abnormal growth of the nasomaxillary complex, resulting in an increased vertical facial dimension in young patients (24). Additionally, constricted airways are thought to play a potential role in the pathophysiology of obstructive sleep apnea (25).

Class II malocclusion is a common clinical finding in dentofacial orthopedics.

Several treatment options have been attempted to correct this Class II malocclusion, one of those options is to distalize the maxillary first molar without extraction. In 2004, the Carrière Motion appliance was introduced with the aim of distalizing the whole posterior segment from the maxillary canine to the first molar by the use of Class II intermaxillary elastics (20).

The first attempts to evaluate pharyngeal airway in different anteroposterior malocclusions was carried out by Mergen and Jacobs (26), followed by Trenouth and Timms (27); both studies used cephalometric measurements to evaluate nasopharyngeal space and functional oropharyngeal airway. They concluded that the nasopharyngeal area and depth were significantly larger in subjects with normal occlusion than in subjects with Class II malocclusion and that the oropharyngeal airway was positively correlated with length of the mandible. Also, Kirjavainen and Kirjavainen (10) reported that Class II malocclusion subjects showed narrower or- and hypopharyngeal space than Class I and normal occlusion subjects.

Cephalometric radiography has been traditionally used to measure the airway, particularly in sleep studies (28,29). However, the conventional radiographic cephalometry results in superimposition of all bilateral structures and provides only a sagittal view of the skull (29). To visualize and measure the true airway volume, a three-dimensional (3D) technique is required.

Cone beam computed tomography (CBCT) is an imaging modality that utilizes a cone-shaped collimated x-ray beam instead of a fan-shaped beam (30). Its accuracy and precision for airway measurement have been documented. Through CBCT, a 3D analysis of the upper airway can be achieved in an accurate and reliable manner (31). Orthodontic software programs have developed tools for airway analyses, especially for volume size measurement.

oddechowych można uzyskać w sposób dokładny i niezawodny (31). Ortodontyczne programy komputerowe zawierają narzędzia do analizy górnych dróg oddechowych, szczególnie do pomiaru objętości.

Wyniki tego badania wykazały korzystny wpływ aparatu Carrière Motion II na zwiększenie zarówno całkowitej objętości dróg oddechowych, jak i minimalnego pola zwężenia.

W przypadku całkowitej objętości dróg oddechowych odnotowano istotny wzrost z $11,31 \pm 3,02$ ml do $15,2 \pm 3,03$ ml, z procentowym wzrostem o 34%.

Dla minimalnego pola zwężenia odnotowano również istotny wzrost z $171,68 \pm 56,68$ mm² do $212,78 \pm 61,74$ mm², przy czym procentowy wzrost wyniósł 23,48%.

Ostatnie badania sugerują, że zmiany w górnych drogach oddechowych spowodowane ruchami ortodontycznymi wpływają na przestrzeń dostępną dla języka, wpływając tym samym na położenie kości gnykowej i powodując dalszą zmianę wymiarów górnych dróg oddechowych.

Zrozumienie zależności między położeniem żuchwy a wymiarem górnych dróg oddechowych jest przyczyną, dla której niektóre aparaty są używane do przesunięcia żuchwy w celu podjęcia próby zmiany położenia języka w kierunku doprzednim, jeśli to możliwe, i zwiększenia wymiarów dróg oddechowych. Aparat Carrière Motion II jest uważany za jeden z aparatów, które mogłyby zmienić położenie żuchwy podczas dystalizacji łuku górnego ze względu na efekt klasy II.

Tłumaczenie / Translation:

dr n. med. Izabella Dunin-Wilczyńska

The results of this study showed a positive effect of Carrière Motion II on increasing both the total airway volume and the minimum constricted area.

For the Total airway volume, there was a significant increase from 11.31 ± 3.02 ml to 15.2 ± 3.03 ml, with a percentage of 34% increase.

For the minimum constricted area there was also a significant increase from 171.68 ± 56.68 mm² to 212.78 ± 61.74 mm², with a percentage of 23.48% increase.

Recent research suggests that airway changes induced by orthodontic movements affect the room for the tongue, thereby affecting the position of the hyoid bone and causing a subsequent change in the dimensions of the posterior airway.

Understanding the relationship of mandibular position and airway size is the reason why some appliances are used to protract the mandible in an attempt to reposition the tongue anteriorly, if possible, and increase the airway size. Carrière Motion II appliance is considered one of the appliances that could alter the mandibular position during the distalization of the upper arch due to class II effect.

Piśmiennictwo / References

1. Proffit WR, Moray LJ. Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in the United States. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1998;13: 97-106.
2. Kook YA, Park JH, Kim Y, Ahn CS, Bayome M. Sagittal correction of adolescent patients with modified palatal anchorage plate appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015; 148: 674-84.
3. Kook YA, Park JH, Kim Y, Ahn CS, Bayome M. Orthodontic treatment of skeletal Class ii adolescent with anterior open bite using mini screws and modified palatal anchorage plate. *J Clin Pediatr Dent* 2015; 39: 187-92.
4. Aboudara C, Nielsen I, Huang JC. Comparison of airway space with conventional lateral head films and 3-dimensional reconstruction from cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 135: 468-79.
5. Aboudara CA, Hatcher D, Nielsen IL, Miller A. A three-dimensional evaluation of the upper airway in adolescents. *Orthod Craniofac Res* 2003; 6:173-5.
6. Abramson Z, Susarla S, August M. Three-dimensional computed tomographic analysis of airway anatomy in patients with obstructive sleep apnea. *J Oral Maxillofac Surg* 2010; 68: 354-6.
7. Abramson Z, Susarla S, Troulis M, Kaban L. Age-related changes of the upper airway assessed by 3-dimensional computed tomography. *J Craniofac Surg* 2009; 20: 657-63.
8. Akcam MO, Toygar TU, Wada T. Longitudinal investigation of the soft palate and nasopharyngeal airway relations in different rotation types. *Angle Orthod* 2002; 72: 521-6.
9. Joseph AA, Elbaum J, Cisneros GJ, Eisig SB. A cephalometric comparative study of the soft tissue airway dimensions in persons with hyperdivergent and normodivergent facial patterns. *J Oral Maxillofac Surg* 1998; 56:135-9.
10. Kirjavainen M, Kirjavainen T. Upper airway dimensions in Class II malocclusion. Effects of headgear treatment. *Angle Orthod* 2007; 77: 1046-53.

Three-dimensional computed tomography evaluation of airway changes after treatment ...

11. Mohsenin V. Effects of gender on upper airway collapsibility and severity of obstructive sleep apnea. *Sleep Med* 2003; 4: 523-9.
12. Stellzig-Eisenhauer A. The influence of cephalometric parameters on resonance of speech in cleft lip and palate patients. An interdisciplinary study. *J Orofac Orthop* 2001; 62: 202-23.
13. Joseph AA, Elbaum J, Cisneros GJ, Eisig SB. A cephalometric comparative study of the soft tissue airway dimensions in persons with hyperdivergent and normodivergent facial patterns. *J Oral Maxillofac Surg* 1998; 56: 135-9.
14. Ucar FI, Uysal T. Orofacial airway dimensions in subjects with Class I malocclusion and different growth patterns 2011; *Angle Orthod* 2011; 81: 460-8.
15. Wang Q, Jia P, Anderson NK, Wang L, Lin J. Changes of pharyngeal airway size and hyoid bone position following orthodontic treatment of Class I bimaxillary protrusion. *Angle Orthod* 2012; 82: 115-21.
16. Chen Y, Hong L, Wang CL. Effect of large incisor retraction on upper airway morphology in adult bimaxillary protrusion patients. *Angle Orthod* 2012; 82: 964-70.
17. Germec-Cakan D, Taner T, Akan S. Uvulo-glossopharyngeal dimensions in non-extraction, extraction with minimum anchorage, and extraction with maximum anchorage. *Eur J Orthod* 2011; 33: 515-20.
18. Guilleminault C, Abad VC, Chiu HY, Peters B, Quo S. Missing teeth and pediatric obstructive sleep apnea. *Sleep Breath* 2016; 20: 561-8.
19. Larsen AJ, Rindal DB, Hatch JP. Evidence supports no relationship between obstructive sleep apnea and premolar extraction: an electronic health records review. *J Clin Sleep Med* 2015; 11: 1443-8.
20. Carrière L. A new Class II distalizer. *J Clin Orthod* 2004; 38: 224.
21. Tso HH, Lee JS, Huang JC, Maki K, Hatcher D, Miller A. Evaluation of the human airway using cone-beam computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009; 108: 768-76.
22. Vig PS. Nasal obstruction and facial growth: the strength of evidence for clinical assumptions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998; 113: 603-11.
23. Lenza MG, De Lenza MM, Dalstra M, Melsen B, Cattaneo PM. An analysis of different approaches to the assessment of upper airway morphology: a CBCT study. *Orthod Craniofac Res* 2010; 13: 96-105.
24. Subtelny JD. The significance of adenoid tissue in orthodontia. *Angle Orthod* 1954; 24: 59-69.
25. Johal A, Patel SI, Battagel JM. The relationship between craniofacial anatomy and obstructive sleep apnea: a case-controlled study. *J Sleep Res* 2007; 16: 319-26.
26. Mergen D, Jacobs R. The size of nasopharynx-associated with normal occlusion and Class II malocclusion. *Angle Orthod* 1997; 40: 83e9.
27. Trenouth M, Timms D. Relationship of the functional oropharynx to craniofacial morphology. *Angle Orthod* 1999; 69: 419.
28. Albajalan OB, Samsudin AR, Hassan R. Craniofacial morphology of Malay patients with obstructive sleep apnoea. *Eur J Orthod* 2011; 33: 509-14.
29. Tangugsorn V, Skatvedt O, Krogstad O, Lyberg T. Obstructive sleep apnoea: a cephalometric study. Part I. Cervico-craniofacial skeletal morphology. *Eur J Orthod* 1995; 17: 45-56.
30. Farman A, Scarfe W. The basics of maxillofacial cone beam computed tomography. *Semin Orthod* 2009; 15: 2-13.
31. Guijarro-Martínez R, Swennen GR. Cone-beam computerized tomography imaging and analysis of the upper airway: a systematic review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2011; 40: 1227-37.

Cefalometria w diagnostyce ortodontycznej – historia i terażniejszość

Cephalometry in orthodontic diagnostics – past and present

Ewa Sobieska¹ **A B D E F** (ORCID ID: 0000-0001-6217-6851)

Anna Widmańska-Grzywaczewska² **B D E** (ORCID ID: 0000-0002-7142-2513)

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} Zakład Ortodoncji, Warszawski Uniwersytet Medyczny
Department of Orthodontics, Medical University of Warsaw

Streszczenie

Szczegółowe badania ludzkiej czaszki zapoczątkowali antropolodzy i anatomowie, którzy dokonywali różnych pomiarów na starożytnych szkieletach. Pomiary wykonywane na czaszkach z użyciem punktów kostnych, nazywane kranioometrią, były przeprowadzane również wśród osób żywych. Metoda z odnajdowaniem palpacyjnym punktów kostnych przez ucisk tkanek miękkich na głowie pacjenta została nazwana cefalometrią. Wśród zdjęć cefalometrycznych można wyróżnić cefalogramy dwuwymiarowe, boczne, tylnoprzodnie i osiowe oraz trójwymiarowe, które wykorzystują obrazy tomografii komputerowej i ukazują struktury twarzowej części czaszki w trzech wymiarach. Wiele badań jest poświęconych porównaniu konwencjonalnego cefalogramu uzyskanego z CBCT. Dowiedziono, że liczne punkty referencyjne są łatwiejsze do oceny w cefalogramie 2D uzyskanym z CBCT, niż w cefalogramach konwencjonalnych.

Abstract

Detailed research of the human cranium was initiated by anthropologists and anatomists who took various measurements on ancient skeletons. Measurements made on skulls using bone points, called craniometry, were also carried out in living subjects. The technique of finding bone points by palpation by pressing soft tissues on the patient's head was called cephalometry. With regard to cephalograms, there are two-dimensional, lateral, anterior-posterior and axial and three-dimensional cephalograms that use computed tomography images and show structure of the facial skeleton in three dimensions. Many studies have been devoted to comparing conventional and CBCT cephalograms. It has been proven that numerous reference points are easier to assess in 2D cephalograms from CBCT compared to conventional ones. Examinations of the airways in classic and CBCT 3D cephalometry performed

¹ Dr n. med., specjalista ortodonta / DDS, PhD, specialist in orthodontics

² Lek. stom., specjalista ortodonta / DDS, specialist in orthodontics

Dane do korespondencji/Correspondence address:

Ewa Sobieska

Zakład Ortodoncji WUM

ul. Nowogrodzka 59

02-006 Warszawa

e-mail: ortodoncja@wum.edu.pl

Cephalometry in orthodontic diagnostics – past and present

Badania dróg oddechowych w klasycznej cefalometrii i CBCT 3D, wykonane w krótkim odstępie czasu, wykazały wysoką korelację, choć podkreśla się, że to tomografia komputerowa jest przyszłością w pełnej diagnostyce problemów oddechowych. **Cel.** Celem pracy było przedstawienie rysu historycznego i współczesnego zastosowania cefalometrii, jako narzędzia diagnostycznego w ortodontcji. **Materiał i metody.** Dokonano przeglądu piśmiennictwa z lat 1939–2018, używając słów kluczowych. **Dyskusja.** Współcześnie trwa dyskusja dotycząca przewagi korzyści nad ryzykiem stosowania tomografii komputerowej. Wielu badaczy jest zgodnych, że nie powinno być to badanie z wyboru u każdego pacjenta ortodontycznego. Jednakże są sytuacje kliniczne, w których obrazowanie 3D jest doskonałym narzędziem diagnostycznym. **Podsumowanie.** Wykonanie i analiza zdjęcia cefalometrycznego jest ważnym elementem diagnostyki ortodontycznej. Jednakże przed skierowaniem pacjenta na to badanie należy rozważyć korzyści z niego wynikające i wziąć pod uwagę narażenie go na promieniowanie rentgenowskie kumulujące się w organizmie. **(Sobieska E, Widmańska-Grzywaczewska A. Cefalometria w diagnostyce ortodontycznej – historia i terażniejszość. Forum Ortod 2019; 15: 120-39).**

Nadesłano: 10.12.2018

Przyjęto do druku: 03.06.2019

Słowa kluczowe: antropometria, CBCT, cefalogram, cefalometria, tomografia komputerowa

Wstęp

Rys historyczny

Pierwsze opisy różnych form czaszek można znaleźć już w V wieku p.n.e u Hipokratesa z Kos (460–356 p.n.e), który jest uznawany za pioniera antropologii fizycznej. Od czasów starożytności nie tylko medycy, ale również artyści, rzeźbiarze i malarze zgłębiali anatomię ludzkich czaszek. Wszechstronny Leonardo da Vinci (1452–1519) także poszukiwał idealnych proporcji u człowieka, a jego szkice zawierają ciągi poziomych i pionowych linii tworzących siatkę dzielącą twarz. On też jest twórcą cyrkla do pomiarów tzw. złotych proporcji (1) (Ryc. 1).

W tym samym czasie Albrecht Dürer (1471–1528) – niemiecki malarz, grafik, rysownik i teoretyk sztuki uważany za najwybitniejszego artystę niemieckiego renesansu – zwrócił uwagę na to, jak proste pomiary kątowe między osią pionową i poziomą jego systemu charakteryzują różne typy twarzy – wąską i szeroką. Wskazywał także, że kontur twarzy w proklinacji (wychyleniu) różni się od konturu w retroklinacji (cofnięciu) (1, 2) (Ryc. 2).

Szczegółowe badania ludzkiej czaszki zapoczątkowali antropolodzy i anatomowie, którzy dokonywali różnych pomiarów na starożytnych szkieletach. Pomiary wykonywane na czaszkach z użyciem punktów kostnych, nazywane

in a short interval of time showed high correlation, although it is emphasised that computed tomography is the future tool in full diagnostics of respiratory problems. **Aim.** The aim of the study was to present historical background and contemporary applications of cephalometry as a diagnostic tool in orthodontics. **Material and methods.** A review of the literature from the years 1939–2018 was conducted using specific key words. **Discussion.** Nowadays, there is a discussion about the benefit-risk ratio of using computed tomography. Many researchers agree that it should not be an examination of choice for each orthodontic patient. However, there are clinical cases where 3D imaging is an excellent diagnostic tool. **Summary.** Regarding orthodontic diagnostics, it is extremely important to perform and analyse a cephalogram. However, before referring a patient for this examination, its benefits should be considered and the exposure to cumulative X-ray doses should be taken into account. **(Sobieska E, Widmańska-Grzywaczewska A. Cephalometry in orthodontic diagnostics – past and present. Orthod Forum 2019; 15: 120-39).**

Received: 10.12.2018

Accepted: 03.06.2019

Key words: anthropometry, CBCT, cephalogram, cephalometry, computed tomography

Introduction

Historical background

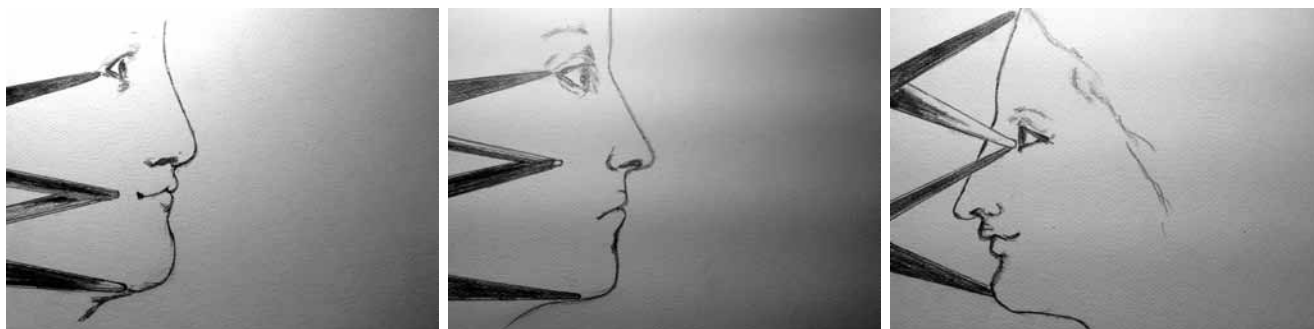
First descriptions of various forms of the cranium can be found as early as in the 5th century BC in Hippocrates of Kos (460–356 BC) who is considered a pioneer in physical anthropology. Since ancient times, not only physicians but also artists, sculptors and painters have studied human cranial anatomy. The versatile Leonardo da Vinci (1452–1519) also sought ideal proportions in man, and his sketches contain sequences of horizontal and vertical lines forming a grid dividing the face. He is also the creator of a compass for measurements of the so-called golden ratio (1) (Fig. 1).

At the same time, Albrecht Dürer (1471–1528), a German painter, graphic artist, illustrator and art theoretician considered to be the most outstanding artist of the German Renaissance, pointed out how simple angular measurements between the vertical and horizontal axes of his system could be used to characterise different types of faces – narrow and wide. He also indicated that the facial contour in proclination (inclination forward) differed from the contour in retroclination (protrusion) (1, 2) (Fig. 2).

Detailed research of the human cranium was initiated by anthropologists and anatomists who took various measurements on ancient skeletons. Measurements made

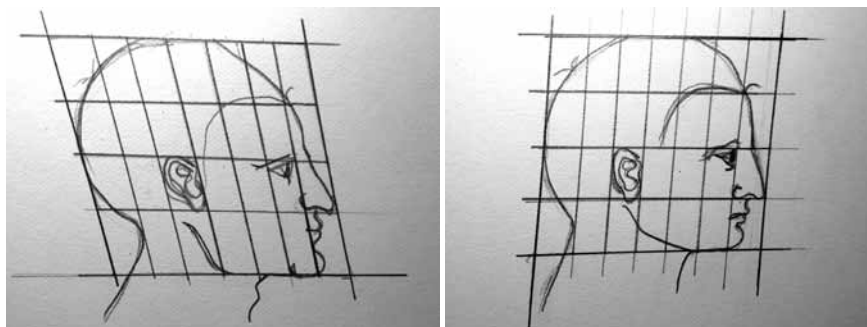
kranioometrią, były przeprowadzane również wśród osób żywych. Technika z odnajdowaniem palpacyjnym punktów kostnych przez ucisk tkanek miękkich na głowie pacjenta została nazwana cefalometrią. Jednakże pomiary cefalometryczne nie były precyzyjne ze względu na trudną do oceny grubość tkanek miękkich, różną u poszczególnych pacjentów. Zaprojektowany przez antropologów kraniostat, mający utrzymywać czaszkę w określonej pozycji, stał się prototypem cefalostatu. Dzisiaj cefalometria to rentgenocefalometria, której wynikiem jest cefalogram (cephalometric radiogram). Ta nazwa jest używana w piśmiennictwie amerykańskim, w Europie – to telerentgenografia.

on skulls using bone points, called craniometry, were also carried out in living subjects. The technique of finding bone points by palpation by pressing soft tissues on the patient's head was called cephalometry. However, cephalometric measurements were not precise because soft tissue thickness was difficult to assess as it differs from patient to patient. A craniostat was designed by anthropologists to hold the cranium in a certain position, and it became a prototype of a cephalostat. Today, cephalometry means a roentgen cephalometric analysis which provides a cephalogram (cephalometric radiogram). This name is used in American literature, whereas in Europe its name is telerentgenography.



Rycina 1. Ocena proporcji twarzy i cyrkiel – rysunek wykonany przez Annę Widmańską na podstawie ryciny Leonarda da Vinci.

Figure 1. Assessment of facial proportions and a compass – a drawing by Anna Widmańska based on a drawing by Leonardo da Vinci.

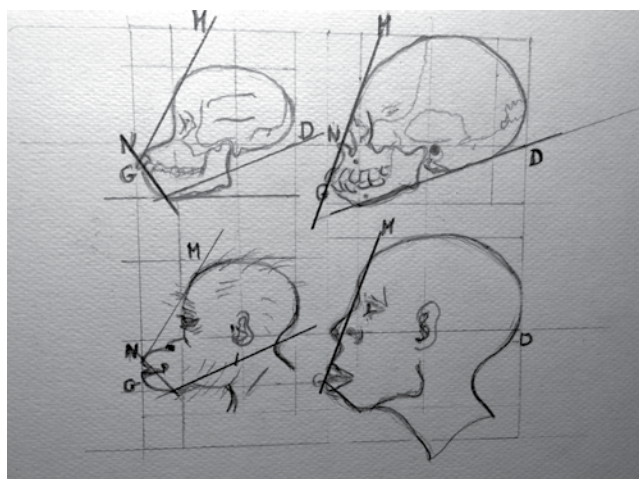


Rycina 2. Pomiary kątowe różnych typów twarzy – rysunek wykonany przez Annę Widmańską na podstawie ryciny Albrechta Dürera.

Figure 2. Angular measurements of various facial types – a drawing by Anna Widmańska based on a drawing by Albrecht Dürer.

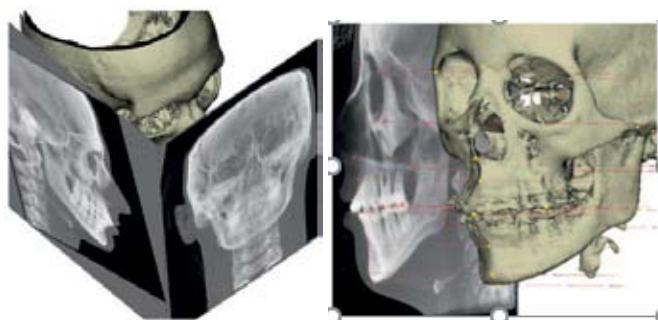
Prawdopodobnie jako pierwszy pomiary kątowe do analizy twarzy wprowadził Petrus Camper (1722–1789) – holenderski lekarz, anatom i malarz. Jego linea facialis stała się pierwszym uniwersalnym pomiarem w badaniach ludzkiej twarzy. Do pomiarów relacji pomiędzy częścią twarzową i mózgową czaszki wprowadził kąt twarzowy (facial angle), który był stosowany do początku XX wieku (Ryc. 3). Zarówno badacz, jak i kąt wzbudzały wiele kontrowersji, ze względu na pseudonaukowy i rasistowski charakter (uznawał odmianę czarną jako niższą, bliższą małpie człekokształtnej) (3).

Probably the first angular measurements for a facial analysis were introduced by Petrus Camper (1722–1789) – a Dutch doctor, anatomist and painter. His linea facialis became the first universal measurement in studies of the human face. He introduced a facial angle to measure the relationship between the facial and cerebral parts of the cranium, and it had been used until the beginning of the 20th century (Fig. 3). Both the researcher and the angle aroused much controversy because of their pseudoscientific and racist character (he considered the black ethnicity to be inferior, closer to the great apes) (3).



Rycina 3. Kąt twarzowy wg Campera wykreślony na podłożu anatomii porównawczej – rysunek Anna Widmańska.

Figure 3. Facial angle by Camper drawn based on comparative anatomy – a drawing by Anna Widmańska.



Rycina 5. Wirtualny cefalogram boczny w relacji z obrazem 3D twardych tkanek twarzoczaszki i wyznaczonymi w 3D kostnymi punktami pomiarowymi: MS-CT i CBCT.

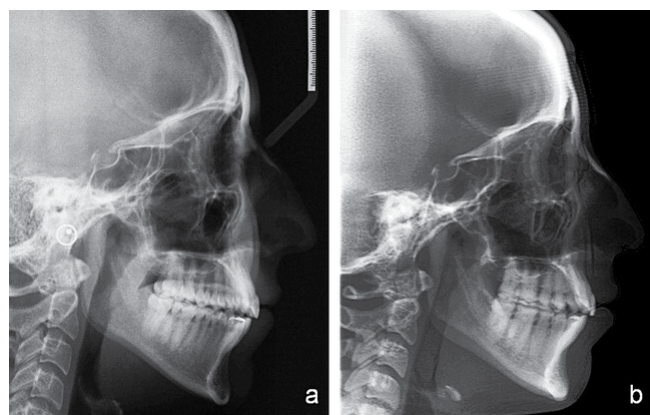
Figure 5. Virtual lateral cephalogram in relation with a 3D image of hard tissues of the facial skeleton and bone measurement points determined in 3D: MS-CT and CBCT.

W roku 1882 we Frankfurcie, w trakcie międzynarodowego kongresu anatomów i antropologów, wybrano poziomą płaszczyznę referencyjną służącą do orientacji przestrzennej czaszek, nazwaną płaszczyzną frankfurcką. Wcześniej, w 1859 roku, płaszczyzna pozioma była przeprowadzana według sugestii kranjologa Karla von Beara (1792–1876) przez łuki jarzmowe. Później von Ihering sprecyzował jej położenie i zdefiniował jako linię przechodzącą przez środki obu otworów słuchowych i punkty na dolnych brzegach oczodołów. Zgromadzenie we Frankfurcie zmodyfikowało definicję Iheringa i ustaliło, że płaszczyzna frankfurcka przebiega przez prawy i lewy porion oraz lewy punkt orbitale, w celu uniknięcia problemu w jej wyznaczaniu na asymetrycznych czaszkach (4). Płaszczyzna początkowo



Rycina 4. Obrazy tkanek twardych i miękkich czaszki uzyskane w badaniu MS-CT.

Figure 4. Images of hard and soft tissues of the skull obtained in MS-CT.



Rycina 6. Różnice w kontraście i nakładaniu poszczególnych struktur w konwencjonalnym cyfrowym cefalogramie (a) i cefalogramie wygenerowanym z CBCT (b).

Figure 6. Differences in contrast and overlapping of various structures in a conventional digital cephalogram (a) and a cephalogram generated from CBCT (b).

In Frankfurt, in 1882, during an international congress of anatomists and anthropologists a horizontal reference plane, called the Frankfurt plane, was selected for spatial orientation of the cranium. Earlier, in 1859, the horizontal plane was measured at the level of zygomatic arches as suggested by the craniologist Karl von Bear (1792–1876). Later, von Ihering clarified its position and defined it as a line passing through the midpoints of both auditory foramina and points at the lower edges of the orbital cavities. The Frankfurt congress modified the Ihering's definition and established that the Frankfurt plane passed through the right and left porion and the left orbitale point in order to avoid problems in its determination on asymmetric skulls (4). The plane was initially used to position the

była stosowana do ustawiania głowy pacjenta w cefalostacie i do dziś jest używana w ortodontcji – w badaniu klinicznym i analizach cefalometrycznych.

Pod koniec XIX wieku do analizy tkanek miękkich zaczęto stosować fotografię. Na przykład brytyjski antropolog Francis Galton (1822–1911) nakładał fotografie różnych twarzy w celu uzyskania wizerunku twarzy przeciętnej.

Początek XX wieku to badania gnatostatyczne i fotostatyczne niemieckiego ortodonta Paula Simona (1883–1957). W 1919 roku wprowadził płaszczyznę Simona, jako płaszczyznę oczodołową, która wraz z frankfurcką poziomą i strzałkową pośrodkową służyła do analizy twarzy, zgryzu i czaszki w trzech płaszczyznach przestrzennych. Teoria Simona była odrzucona przez Broadbenta i innych współczesnych mu badaczy, jednakże gnatostatyka odegrała ważną rolę w rozwoju diagnostyki ortodontycznej, zwracając uwagę na znaczenie harmonii twarzy, płaszczyzny zgryzowej, inklinacji płaszczyzny żuchwy czy asymetrii łuku zębowego. Ostatnimi czasy wprowadzenie techniki 3D odzwierciedliło wizje Simona (1).

Wykrycie promieni X przez niemieckiego fizyka Wilhelma Roentgena (1845–1923) w 1895 roku zrewolucjonizowało również ortodontję. Radiografia głowy ukazująca struktury kostne w dwóch wymiarach umożliwiła dalsze badania nad rozwojem i wzrostem części twarzowej czaszki.

Pierwotny cefalometr – reserve craniostat (nazwa pochodzi od Western Reserve University) – był zaprojektowany przez Anglika Thomasa W. Todda (1885–1938). Todd, który nie był dentystą, ale chirurgiem zainteresowanym anatomią, a szczególnie rozwojem szkieletowym, miał znaczący wpływ na rozwój ortodontcji. Na podstawie dojrzałości szkieletowej kości ręki i nadgarstka opracował „Atlas wzrostu, dojrzewania szkieletowego”, a także podkreślił znaczenie pierwszych trzonowców w morfologii twarzy oraz znaczenie skoku pokwitaniowego. Przeprowadził z użyciem promieniowania X około 4 tys. dzieci z Cleveland, co pozwoliło mu na szczegółową analizę wzrostu poszczególnych składowych twarzowej części czaszki u dzieci od najmłodszych lat (5). To dzięki niemu statyczna anatomia stała się nauką dynamiczną, badającą wzrost i rozwój (6).

Cefalometrię w ortodontcji prawdopodobnie jako pierwszy zastosował w roku 1915 Justus A.W. van Loon (1876–1940), który zajmował się badaniami nad wzrostem twarzy metodą antropometrii.

Technika teleroentgenograficzna z wykorzystaniem bocznego ustawienia głowy pacjenta została wprowadzona przez Augusta Johna Paciniego (1888–1938) w 1922 roku. W tej metodzie rozmiar obrazu był zmniejszony z powodu wydłużenia odległości ogniska od filmu do 2 m i zniekształcony ze względu na możliwy ruch głowy w czasie wydłużonej ekspozycji na naświetlanie.

Standaryzowaną technikę cefalometryczną z użyciem maszyny o dużej mocy promieniowania X i ustawienia głowy w cefalostacie (cefalometr) zaprezentowali jednocześnie

patient's head in a cephalostat and is still used today in orthodontics – during a clinical examination and cephalometric analyses.

At the end of the 19th century, photography was started to be used to analyse soft tissues. For example, Francis Galton (1822–1911), British anthropologist, overlapped photographs of different faces in order to obtain an image of an average face.

The beginning of the 20th century is associated with gnathostatic and photostatic research of a German orthodontist, Paul Simon (1883–1957). In 1919, he introduced Simon's plane as an orbital plane, and together with the Frankfurt horizontal and median sagittal plane it was used to analyse the face, occlusion and cranium in three spatial planes. The Simon's theory was rejected by Broadbent and other contemporary researchers, but gnathostatics played an important role in the development of orthodontic diagnostics, highlighting the importance of facial harmony, occlusal plane, maxillary plane inclination and dental arch asymmetry. Recently, the introduction of 3D technology has reflected Simon's visions (1).

The discovery of X-rays by Wilhelm Roentgen (1845–1923), a German physicist, in 1895 revolutionised orthodontics as well. Cephalic radiography showing bone structures in two dimensions allowed to continue studies on growth and development of the facial skeleton.

The first cephalometer – reserve craniostat (the name comes from the Western Reserve University) – was designed by Thomas W. Todd (1885–1938) from England. Todd, who was not a dentist but a surgeon interested in anatomy, especially skeletal development, had a significant influence on the development of orthodontics. On the basis of skeletal maturity of hand and wrist bones, he developed “Atlas of growth, skeletal maturity”, and emphasised the importance of first molars in facial morphology and the importance of the growth spurt. Using X-ray radiation, he examined about 4 thousand children from Cleveland which allowed him to analyse in detail the growth of individual components of the facial skeleton in children from an early age (5). Thanks to him static anatomy has become a dynamic science that studies growth and development (6).

Cephalometry in orthodontics was probably used for the first time in 1915 by Justus A.W. van Loon (1876–1940) who was engaged in research on facial growth by anthropometry.

In 1922, August John Pacini (1888–1938) introduced teleroentgenography with a lateral position of the patient's head. In this method, image dimensions were reduced as the distance between a focus and film was increased to 2 m and were deformed due to possible head movements during prolonged exposure to radiation.

In the same year, 1934, Holly B. Broadbent (1894–1977) in the USA and Herbert Hofrath (1889–1952) in Germany

Cephalometry in orthodontic diagnostics – past and present

w 1934 r. Holly B. Broadbent (1894-1977) w USA i Herbert Hofrath (1889-1952) w Niemczech. Według Broadbenta głowa pacjenta była ustawiona precyzyjnie za pomocą prętów umieszczonych w przewodach słuchowych zewnętrznych. Na poziomie ich górnego brzegu znajdowały się markery umieszczone na dolnym brzegu kostnym lewego oczodołu. Pionowy pręt był ustawiany na górnej części grzbietu nosa. Odległość ogniska od filmu została zmniejszona do 152,4 cm (5 stóp), co minimalizowało zniekształcenie obrazu. Jednocześnie można było wykonywać dwa zdjęcia głowy w dwóch pozycjach: bocznej i przednio-tylnej, przy zastosowaniu dwóch lamp emitujących promienie X. Cefalometr wprowadzony do diagnostyki nie był jednak w pełni akceptowany w środowisku medycznym. Milo Hellman (1872-1947) nazywał jego zwolenników „pseudoantropologami”, jednakże Broadbent, przekonany o wartości pomiarów, kontynuował badania niezależnie od Todda. W 1929 roku założył The Bolton Study. Miał też szczęście, że matka jednego z pacjentów, członkini kongresu, Frances Payne Bolton, zainteresowała się jego projektem i założyła fundację, aby kontynuować badania. Jej syn, Charles Bingham Bolton, po osiągnięciu dorosłości wziął w nich czynny udział. Badania objęły 4309 dzieci i doprowadziły do zebrania najlepszej kolekcji standaryzowanych cefalogramów na świecie. W 1937 r. Broadbent opublikował wyniki analizy 5-letniego zbioru zdjęć dokumentujących ponad 1000 przypadków klinicznych. Najbardziej zaskakującym odkryciem było stwierdzenie, że u normalnie rozwijającego się dziecka twarzowa część czaszki rośnie w uporządkowany sposób, do dołu i do przodu. Wykazano również, że wzór wzrostu czaszki i twarzy wytworzony we wczesnym dzieciństwie, poniżej 3. roku życia, zmienia się w bardzo niewielkim stopniu lub wcale. Odkryto również, że protruzja dwuszcękowa jest spowodowana w większym stopniu niewłaściwym wzrostem kości twarzowej części czaszki, które są położone doprzecdnio w stosunku do podstawy czaszki, niż złą pozycją zębów (7). Pod przewodnictwem syna Broadbenta, Holly Jr, badania były kontynuowane i stały się prawdziwą kopalnią materiału badawczego. W 1970 roku wszystkie materiały zostały połączone w jednym miejscu, nazwanym Bolton-Brush Growth Study Center (1).

W 1968 roku Arne Björk (1911-1996) zaprojektował specjalny unit cefalometryczny umożliwiający kontrolowanie na monitorze ustawienia głowy pacjenta, co znacznie poprawiło powtarzalność jej pozycji, a także mogło służyć do obserwacji funkcji jamy ustnej na monitorze, z jednoczesnym nagrywaniem filmu.

W 1988 roku Beni Solow (1934-2000) i Sven Kreiborg (1949) unowocześnili aparaturę do cefalometrii, poprawiając kontrolę pozycji głowy pacjenta i ekspozycji na promieniowanie rentgenowskie (8).

Obecnie zostało opisanych ponad 100 różnych analiz cefalometrycznych z zastosowaniem ponad 200 punktów

presented a standardised cephalometric technique using a high-performance X-ray system and head positioning in a cephalostat (cephalometre). According to Broadbent, the patient's head was precisely aligned with rods placed in the external auditory canals. At the level of their upper edge, there were markers placed on the lower bone edge of the left orbital cavity. The vertical rod was placed on the upper part of the nasal ridge. The distance between the focus and the film was reduced to 152.4 cm (5 ft), minimising image distortion. At the same time it was possible to take two photos of the head in two positions: lateral and anterior-posterior, using two lamps emitting X-rays. However, the cephalometre introduced into the diagnostics was not fully accepted in the medical environment. Milo Hellman (1872-1947) called his followers “pseudo anthropologists”, but Broadbent, convinced of the value of the measurements, continued his research independently of Todd. In 1929, he founded The Bolton Study. He was also lucky enough because a mother of one of his patients, a member of the Congress, Frances Payne Bolton, became interested in his project and established a foundation to continue his research. Her son, Charles Bingham Bolton, took an active part in this research after he reached adulthood. The research involved 4309 children and accumulated the best collection of standardised cephalograms in the world. In 1937 Broadbent published the results of a 5-year collection of photographs documenting more than 1,000 clinical cases. The most surprising discovery was that in a normally developing child the facial skeleton grew in an orderly manner, downward and forward. It was also shown that the pattern of cranial and facial growth in early childhood, below 3 years of age, changed very little or not at all. It was also found that bimaxillary protrusion is caused more by improper growth of bones of the facial skeleton located anteriorly in relation to the cranial base than by an incorrect position of teeth (7). Under the leadership of Broadbent's son, Holly Jr., research was continued and became a true resource of research material. In 1970, all materials were combined in one place, called the Bolton-Brush Growth Study Center (1).

In 1968, Arne Björk (1911-1996) designed a special cephalometric unit to control the position of the patient's head on a monitor, and it significantly improved the repeatability of this position, and could also be used to observe the functions of the oral cavity on a monitor while recording a film.

In 1988, Beni Solow (1934-2000) and Sven Kreiborg (1949) upgraded their cephalometric equipment, improving the control of the patient's head position and X-ray exposure (8).

Currently, more than 100 of various cephalometric analyses using more than 200 measurement points have

pomiarowych. Najpowszechniej znane i wykorzystywane analizy (w kolejności powstania) przedstawiono w tabeli 1.

been described. The most widely known and used analyses (in order of origin) are presented in table 1.

Tabela 1. Najpowszechniej znane i wykorzystywane analizy cefalometryczne

Table 1. The most common and used cephalometric analyses

Analiza Analysis	Rok powstania Year of origin	Cechy analizy Features of the analysis
Tweeda <i>Tweed</i>	1946	wprowadza trójkąt diagnostyczny umożliwiający ocenę stopnia wychylenia dolnego zęba siecznego <i>introduces a diagnostic triangle to assess a degree of inclination of the lower incisor</i>
Björka <i>Björk</i>	1947	wprowadza metodę strukturalną do prognozowania wzrostu twarzy <i>introduces a structural method to predict facial growth</i>
Wylie'a <i>Wylie</i>	1947	zawiera pomiary liniowe pomiędzy rzutami punktów cefalometrycznych na płaszczyznę frankfurcką <i>includes linear measurements between projections of cephalometric points on the Frankfurt plane</i>
Downsa <i>Downs</i>	1948	analiza wprowadzająca punkt A i B <i>introduces A and B points</i>
Riedela <i>Riedel</i>	1952	podaje normy dla dzieci i dorosłych <i>provides standards for children and adults</i>
Steinera <i>Steiner</i>	1953	analiza całościowa, jedna z pierwszych porównująca z wartościami standardowymi <i>complete analysis, one of the first ones that provides comparisons with standard values</i>
Sassouniego <i>Sassouni</i>	1955	pierwsza metoda opisu zarówno pionowych jak i poziomych relacji i proporcji, do opisu proporcji twarzy służy wzajemne nachylenie płaszczyzn: przedniego dołu czaszki, frankfurckiej, podniebiennej, zgryzowej i żuchwy <i>first descriptive method for both vertical and horizontal relations and proportions, mutual inclination of the following planes is used to describe facial proportions: Frankfurt, palatal, occlusal and mandibular planes</i>
Coben <i>Coben</i>	1955	analiza basion horizontal <i>basion horizontal analysis</i>
Rickettsa <i>Ricketts</i>	1957	wprowadza wizualne cele leczenia (VTO) <i>introduces visual treatment outcomes (VTO)</i>
Schwarza <i>Schwarz</i>	1958	analiza kranio- i gnatometryczna <i>cranio- and gnathometric analysis</i>
Hasunda <i>Hasund</i>	1969	indywidualna, dynamiczna analiza prognostyczna <i>individual, dynamic prognostic analysis</i>
Di Paolo <i>Di Paolo</i>	1969	analiza czworokątna (quadrilateral) <i>quadrilateral analysis</i>
Rickettsa <i>Ricketts</i>	1970	analiza komputerowa <i>computed analysis</i>
Jarabaka <i>Jarabak</i>	1972	oparta na analizach Björka, Downsa, Holdaway'a, Rickettsa, Steinera i Tweeda, uwzględnia wzorzec wzrostu twarzowej części czaszki <i>based on Björk's, Downs', Holdaway's, Ricketts', Steiner's and Tweed's analyses, includes the growth standard of the facial skeleton</i>
Bimlera <i>Bimler</i>	1973	wykorzystywał korelometr – przyrząd do pomiarów kątowych i liniowych <i>he used a correlometer – a device for angular and linear measurements</i>

Cephalometry in orthodontic diagnostics – past and present

Analiza Analysis	Rok powstania Year of origin	Cechy analizy Features of the analysis
Harvolda <i>Harvold</i>	1974	wykorzystuje punkt TMJ – temporomandibular joint do oceny długości szczęki i żuchwy, ustawienie zębów nie ma wpływu na pomiary <i>uses the TMJ point – temporomandibular joint for the assessment of the maxillary and mandibular length, teeth position does not affect measurements</i>
Kima <i>Kim</i>	1974	wprowadza ODI – overbite depth indicator i APDI – anteroposterior dysplasia indicator <i>introduces ODI – overbite depth indicator and APDI – anteroposterior dysplasia indicator</i>
Jacobsona <i>Jacobson</i>	1975	ocena WITS <i>WITS assessment</i>
Broadbenta <i>Broadbent</i>	1975	normy pomiarów na podstawie wieloletnich badań standaryzowanych cefalogramów <i>measurement standards based on studies of standardised cephalograms conducted for many years</i>
Wormsa i wsp. <i>Worms et al.</i>	1976	analiza profilu dla chirurgii ortognatycznej <i>profile analysis for orthognathic surgery</i>
Delaire'a <i>Delaire</i>	1978	dla chirurgii – nazywana analizą architektoniczną i strukturalną – wykorzystuje punkty położone na sklepieniu czaszki <i>for surgery – called an architectonic and structural analysis – uses points on the calvaria</i>
Burstona i wsp. <i>Burston et al.</i>	1979	analiza dla chirurgii ortognatycznej <i>analysis for orthognathic surgery</i>
Ackermanna <i>Ackermann</i>	1979	analiza biorąca pod uwagę paradygmat tkanek miękkich <i>analysis including a paradigm of soft tissues</i>
Bella, Proffita i White'a <i>Bell, Proffit and White</i>	1980	linia referencyjna – płaszczyzna frankfurcka, normy osobne dla kobiet i mężczyzn <i>reference line – Frankfurt plane, individual standards for women and men</i>
Legana i Burstona <i>Legan and Burston</i>	1980	analiza tkanek miękkich dla chirurgii ortognatycznej <i>analysis of soft tissues for orthognathic surgery</i>
Holdawaya <i>Holdaway</i>	1983	analiza tkanek miękkich <i>analysis of soft tissues</i>
Bütowa <i>Bütow</i>	1984	analiza cefalofotometryczna <i>cephalophotometric analysis</i>
Farkasa i wsp. <i>Farkas et al.</i>	1985	analiza inklinacji (nachylenia) profilu twarzy, <i>analysis of inclination of the facial profile</i>
McNamary <i>McNamara</i>	1984	łączy elementy analizy Harvolda i Rickettsa z oryginalnymi pomiarami, wprowadza linię nasion perpendicular <i>combines elements of the Harvold's and Ricketts' analysis with original measurements, introduces the nasion perpendicular line</i>
Viazisa <i>Viazis</i>	1991	analiza oparta na NHP – natural head position <i>analysis based on NHP – natural head position</i>
Rakosiego <i>Rakosi</i>	1992	wykorzystywana do oceny kierunku wzrostu przed leczeniem czynnościowym <i>used to assess a direction of growth prior to functional treatment</i>
Arnetta <i>Arnett</i>	1999	zawiera precyzyjną analizę tkanek miękkich wykorzystywaną w chirurgii ortognatycznej <i>includes a precise analysis of soft tissues used in orthognathic surgery</i>

Cele analizy cefalometrycznej

Zdjęcie cefalometryczne (cefalogram) boczne jest dwuwymiarowym obrazem czaszki, ukazującym relacje pomiędzy zębami, kośćmi, tkankami miękkimi i przestrzeniami powietrznymi czaszki w płaszczyźnie poziomej i pionowej (8). Aby uzupełnić diagnostykę o ocenę płaszczyzny poprzecznej, konieczne jest wykonanie zdjęcia rtg w pozycji tylnoprzodniej głowy pacjenta.

Wśród zdjęć cefalometrycznych można wyróżnić cefalogramy dwuwymiarowe (2D) – boczne (profil), tylnoprzodnie (PA) i dwa rodzaje zdjęć osiowych (dawniej: szczytowo-podbródkowe i podbródkowo-szczytowe, obecnie: podbródkowo-ciemieniowe, SMV) oraz trójwymiarowe (3D), które wykorzystują obrazy tomografii komputerowej (CT) i ukazują struktury twarzowej części czaszki w trzech wymiarach.

Cefalometria osiowa służy do obrazowania podstawy czaszki, pozycji wyrostków kłykciowych, zatoki klinowej oraz diagnostyki złamań łuku jarzmowego (9). W trakcie wykonywania zdjęcia w projekcji osiowej, tj. podbródkowo-ciemieniowej, pacjent stoi tyłem do detektora promieniowania, z głową odchyloną ku tyłowi, a linia oczodołowo-uszna przebiega poziomo, równoległe do płaszczyzny detektora promieniowania. Promień centralny pada w linii pośrodkowej przedniej, w połowie odległości między otworami słuchowymi przednimi i jednocześnie między wyniosłością kraniową i bródkową. Obecnie zdjęcia osiowe są zastępowane CBCT.

Zdjęcia trójwymiarowe są bardzo precyzyjne, pozwalają uniknąć błędów wynikających z nakładania się struktur kostnych na zdjęciach dwuwymiarowych, a identyfikacja punktów cefalometrycznych jest stosunkowo łatwa (Tab. 2). Nie mogą one jednak zastąpić całkowicie konwencjonalnej cefalometrii, ze względu na wysokie koszty aparatury radiologicznej potrzebnej do wykonania takiego obrazu, a także z uwagi na dawkę zastosowanego promieniowania rentgenowskiego. CBCT obejmujące całą czaszkę to dawka promieniowania 30–1079 μSv , CT szczęki – 100–3324 μSv , CT żuchwy – 364–1202 μSv (dla porównania pantomogram to dawka 3,85–30 μSv , a zdjęcie cefalometryczne boczne – 2–3 μSv). Powszechnie znany jest fakt zwiększenia ryzyka powstawania nowotworów w obrębie głowy i szyi (głównie mózgu, ślinianek i tarczycy) pod wpływem zdjęć radiologicznych stosowanych w stomatologii, dlatego należy zmniejszyć liczbę zlecanych radiogramów do niezbędnego minimum. Jest to szczególnie ważne dla pacjentów w okresie wzrostu, u których ryzyko mutacji DNA pod wpływem promieni rentgenowskich jest większe (10).

W ortodoncji powszechnie wykorzystywana jest analiza cefalogramu bocznego, która pozwala na analizę morfologiczną, z oceną strzałkowych i pionowych stosunków pomiędzy zębami, kośćmi części twarzowej czaszki i tkankami miękkimi profilu twarzy, a zatem różnicowanie wad zgryzów szkieletowych (zmiany dotyczą podstaw kostnych szczęki i/lub żuchwy) od zębowych (problem dotyczy uzębienia i/

Objectives of a cephalometric analysis

A lateral cephalogram is a two-dimensional image of the cranium showing relationships between teeth, bones, soft tissues and air spaces in the cranium in horizontal and vertical planes (8). In order to supplement diagnostic tools with an assessment of the transverse plane, it is necessary to perform an X-ray scan in the posterior-anterior position with regard to the patient's head.

Among cephalometric images we can distinguish two-dimensional (2D) cephalograms – lateral (profile), posterior-anterior (PA) and two types of axial scans (formerly: submentovertical, SMV now: submentoparietal) and three-dimensional (3D) cephalograms which use computed tomography (CT) images and show structures of the facial skeleton in three dimensions.

Axial cephalometry is used to visualise the cranial base, the position of the condylar processes, the sphenoid sinus and to diagnose fractures of the zygomatic arch (9). When taking a scan in the axial projection, namely submentovertical projection, the patient is facing the radiation detector with his back and his head tilted backwards, and the orbito-auricular line is horizontal, parallel to the radiation detector plane. The central radius falls in the anterior midline, halfway between the anterior auricular foramina and at the same time between laryngeal and mental protuberance. Currently, axial photos are being replaced by CBCT.

Three-dimensional images are very precise, they allow to avoid errors resulting from overlapped bone structures in two-dimensional images, and identification of cephalometric points is relatively easy (Tab. 2). However, they cannot replace conventional cephalometry completely, due to the high costs of the radiological equipment necessary to produce such an image and the dose of X-rays used. CBCT covering the entire cranium provides a radiation dose of 30–1079 μSv , CT of the maxilla – 100–3324 μSv , CT of the mandible – 364–1202 μSv (for comparison, a panoramic radiograph provides a dose of 3.85–30 μSv and a lateral cephalogram – 2–3 μSv). It is well known that there is an increased risk of head and neck cancer (mainly of the brain, salivary glands and thyroid glands) associated with radiological images used in dentistry, therefore the number of recommended radiograms should be reduced to the necessary minimum. This is particularly important for patients during the growth period who have a higher risk of DNA mutations due to X-rays (10).

In orthodontics, a lateral cephalogram analysis is commonly used, because it allows for a morphological analysis, with evaluation of sagittal and vertical relations between teeth, bones of the facial skeleton and soft tissues of the facial profile, and thus differentiation of skeletal malocclusions (changes are observed in the bones of the maxillary and/or mandibular bases) from dental malocclusions (the problem concerns the dentition and/

*Cephalometry in orthodontic diagnostics – past and present***Tabela 2. Porównanie cefalogramu 2D i 3D.****Tabela 2. Comparison of 2D and 3D cephalograms.**

	Cefalogram konwencjonalny Conventional cephalogram	CBCT CBCT
wymiar <i>dimension</i>	2D	3D
skala <i>scale</i>	zazwyczaj obraz powiększony – wymaga kalibracji <i>the image is usually enlarged – calibration is necessary</i>	obraz rzeczywisty <i>real image</i>
jakość <i>quality</i>	zależna od aparatury – gorsza dla zdjęcia analogowego niż cyfrowego <i>depends on the device – poorer for an analogous image compared to a digital one</i>	bardzo dobra <i>very good</i>
efektywna dawka promieniowania <i>effective radiation dose</i>	2–3 μ Sv	20 sek. skan/29 μ Sv 40 sek. skan/68 μ Sv <i>20 sec scan/29 μSv</i> <i>40 sec. scan/68 μSv</i>
czas naświetlania <i>irradiation time</i>	1-2 sekundy <i>1–2 seconds</i>	kilka-kilkanaście sekund – zależnie od wielkości pola <i>several to less than 20 seconds – depending on the field size</i>
obraz <i>image</i>	płaski obraz, zbudowany z pikseli <i>flat image, made of pixels</i>	obraz trójwymiarowy, złożony z wielu przekrojów, podstawowa jednostka – woksel, reprezentujący fragment obrazowanej objętości <i>three-dimensional image consisting of many cross-sections, basic unit – voxel representing a fragment of the scanned volume</i>
artefakty <i>artefacts</i>	rzadko, wynikające z poruszenia pacjenta (czas badania krótki, kilka sekund) <i>rare, associated with patient's movements (short examination duration, several seconds)</i>	ze względu na czas trwania badania artefakty wynikające z oddychania, ruchów powiek, ruchów głowy <i>artefacts resulting from respiration, eyelid movements, head movements, due to prolonged examination duration</i>
precyzja <i>precision</i>	nakładanie struktur – trudna jednoznaczna identyfikacja punktów <i>structure overlapping – unambiguous point identification is difficult</i>	punkty izolowane w poszczególnych warstwach, brak nakładania struktur <i>points isolated in individual slices, no structure overlapping</i>
pozycja głowy <i>head position</i>	w NHP (natural head position), w przypadku niewłaściwego ustawienia możliwe uzyskanie podwójnego zarysu żuchwy, który nie wynika z asymetrii jej budowy <i>in NHP (natural head position), in case of an improper position it is possible to obtain double outlines of the mandible that is not associated with its asymmetry</i>	NHP
błąd pomiaru <i>measuring error</i>	duży, zarówno między dwoma badaczami, jak i jednym wykonującym pomiary w odstępie czasu (11) <i>large, both between two researchers and for one person performing measurements at intervals of time (11)</i>	porównanie punktów na czaszkach i CBCT nie wykazało różnic istotnych statystycznie (12) <i>comparison of points on skulls and CBCT did not show any statistically significant differences (12)</i>

	Cefalogram konwencjonalny <i>Conventional cephalogram</i>	CBCT <i>CBCT</i>
ocena drożności dróg oddechowych <i>assessment of airway patency</i>	tylko w wymiarze przednio-tylnym <i>only in the anteroposterior dimension</i>	we wszystkich płaszczyznach <i>in all planes</i>
możliwość przesyłania w celu konsultacji <i>possibility to send for a consultation</i>	brak dla cefalogramu analogowego, możliwe dla cyfrowego <i>no for analogue cephalograms, yes for digital ones</i>	jest możliwe <i>it is possible</i>
obróbka obrazu przez lekarza <i>image processing by a doctor</i>	niemożliwa w cefalogramie analogowym/ na kliszy, możliwe powiększanie/ pomniejszanie, wyostżanie, zmiana odcieni szarości, kontrastu <i>not possible for analogue cephalograms/on a film, zooming in/out, sharpening, changing the grey scale, contrast is possible</i>	zaawansowane oprogramowania komputerowe umożliwiające powiększanie/ pomniejszanie, wyostżanie, zmianę odcieni szarości, kontrastu, ostrości obrazu <i>advanced computer software allows for zooming in/out, sharpening, changing the grey scale, contrast, image focus</i>
tkanki miękkie <i>soft tissues</i>	widoczne tkanki miękkie profilu (słabo na zdjęciach analogowych) <i>soft tissues of the profile are visible (poorly on analogue images)</i>	słabe kontrastowanie tkanek miękkich <i>poor contrast of soft tissues</i>
dostępność, koszt badania <i>availability, examination costs</i>	stosunkowo łatwa dostępność, niski koszt badania <i>relatively easy availability, low examination costs</i>	mniejsza dostępność, wysoki koszt aparatury, dość drogie badanie <i>lower availability, high equipment costs, relatively expensive examination</i>

lub wyrostka zębodołowego szczęki i części zębodołowej trzonu żuchwy). Przez porównanie dwóch lub więcej cefalogramów wykonanych w odstępie czasu (superimpozycja) można też analizować wzrost pacjenta lub oceniać efekt leczenia ortodontycznego na podstawie oceny struktur czaszki przed, w trakcie i po terapii. Możliwe jest też, choć przez niektórych badaczy podważane, kontrolowanie dojrzałości kręgów szyjnych u pacjentów rosnących i możliwość prognozy wzrostu, wystąpienia skoku wzrostowego, zakończenia wzrostu i wybranie optymalnego czasu do rozpoczęcia leczenia ortodontycznego (8, 13, 14).

W przypadku pacjenta, u którego w badaniu klinicznym stwierdza się asymetrię twarzy można wykonać cefalogram tylny-przedni, co pozwala na uzupełnienie diagnostyki o analizę symetrii nosa, szczęki, żuchwy i położenia poszczególnych zębów górnych i dolnych, analizę szerokości szczęki i żuchwy, linii środkowej twarzowej części czaszki oraz górnego i dolnego łuku zębowego oraz ocenę płaszczyzny zwarcia i inklinacji osi zębów. Nowocześniejszym rozwiązaniem u pacjentów z asymetrami jest wykonanie tomografii komputerowej, której trójwymiarowy obraz pozwoli precyzyjnie ustalić nieprawidłowości. Ma to zastosowanie zwłaszcza

or alveolar process of the maxilla and the alveolar part of the mandibular body). By comparing two or more cephalograms performed at an interval of time (superimposition), the patient's growth can also be analysed or the effect of orthodontic treatment can be evaluated by assessing the cranial structures before, during and after therapy. It is also possible, although questioned by some researchers, to monitor cervical vertebral maturity in growing patients and to predict growth, growth spurt, end of growth and to choose the optimal time to start orthodontic treatment (8, 13, 14).

In the case of a patient in whom facial asymmetry is found in a clinical examination, a posterior-anterior cephalogram can be performed, which allows to supplement the diagnosis with an analysis of the symmetry of the nose, maxilla and mandible, and positions of individual upper and lower teeth, analysis of the width of the maxilla and mandible, the median line of the facial skeleton and the upper and lower dental arch, as well as the assessment of the occlusal plane and inclination of the teeth axis. A more modern solution for patients with asymmetries is to perform computed tomography, because its three-dimensional scans will allow determining the abnormalities

Cephalometry in orthodontic diagnostics – past and present

w chirurgii szczękowo-twarzowej podczas planowania zabiegu ortognatycznego.

W protetyce analiza cefalometryczna jest wykorzystywana do określania przebiegu płaszczyzny protetycznej, a także wyznaczania kąta prowadzenia stawowego i siecznego oraz pozycjonowania zębów przednich i bocznych (15, 16, 17).

Wady konwencjonalnych analiz cefalometrycznych

W celu właściwej oceny struktur części twarzowej czaszki, szczególnie parametrów wertykalnych, konieczne jest ustawienie głowy w cefalostacie w jej naturalnej pozycji (NHP – Natural Head Position), w przeciwnym razie pomiary pionowe mogą być obarczone błędem. NHP jest to pozycja głowy pacjenta patrzącego na wprost w swoje oczy w lustrze po wykonaniu kilku skłonów głową w przód i w tył. Jest to najbardziej naturalna i powtarzalna pozycja głowy (18). Wiele analiz opiera swoje normy na standardach Boltona, w których NHP nie była przestrzegana, teoretycznie więc porównywanie swoich pacjentów z normami ustalonymi na ich podstawie może być obarczone błędem (8). Pozycja głowy w trakcie wykonywania cefalogramu jest szczególnie istotna w przypadkach monitorowania wzrostu pacjenta lub przebiegu leczenia, kiedy warunki wykonania dwóch zdjęć radiologicznych zrobionych w odstępie czasu powinny być takie same, aby można było precyzyjnie określić zaistniałe zmiany.

Również rotacja głowy powyżej 4 stopni skutkuje znaczącymi zmianami w wartościach parametrów cefalometrycznych (19). Według Kustera ponad 10% zdjęć cefalometrycznych jest wykonywanych z rotacją głowy powyżej 10 stopni. Szczególnie wrażliwe na rotację głowy są pomiary oparte o punkty wyznaczone w płaszczyźnie pośrodkowej i punkty położone bocznie od tej płaszczyzny np. kąt N–S–Ar lub długość trzonu żuchwy Ar–Pog. Rotacja głowy przemieszcza punkt Ar (articulare) będący punktem skonstruowanym na przecięciu dwóch struktur i zmienia wyniki pomiaru (20, 21).

Konwencjonalna technika wykonywania zdjęć cefalometrycznych może powodować pojawianie się błędów wynikających z różnej odległości głowy pacjenta od kliszy (od 15 do 30 cm) i tuby aparatu (od 1 do 4 m). Ma to szczególne znaczenie u pacjentów w okresie wzrostu, u których monitoruje się zmiany w obrębie twarzowej części czaszki zachodzące w czasie (20). Zminimalizowanie zniekształceń obrazu związane z wydłużeniem odległości źródła promieniowania rentgenowskiego od obiektu pociąga za sobą zwiększenie czasu ekspozycji i dawki napromieniowania pacjenta, co z kolei niesie zwiększenie ryzyka poruszenia się pacjenta i obciążenie jego organizmu szkodliwymi promieniami X.

Powiększenie lub pomniejszenie uzyskanego obrazu powinno być skorygowane. Jest to możliwe dzięki zastosowaniu skali milimetrowej, tak aby znalazła się ona na zdjęciu cefalometrycznym i pozwoliła na jego kalibrację. Ma to szczególne znaczenie dla pomiarów liniowych, które powinny być skorygowane według tej skali, bo tylko wówczas

precyzyjnie. This is especially true for maxillofacial surgery when an orthognathic procedure is planned.

In prosthetics, a cephalometric analysis is used to determine the course of the prosthetic plane, as well as to determine the angle of articular and incisal guidance and to position anterior and posterior teeth (15, 16, 17).

Disadvantages of conventional cephalometric analyses

In order to properly assess the structures of the facial skeleton, especially vertical parameters, it is necessary to position the head in a cephalostat in its natural position (NHP – Natural Head Position), otherwise vertical measurements may be subject to an error. NHP is a position of the patient's head when they look straight into their eyes in a mirror after making a few bows with their head forwards and backwards. This is the most natural and reproducible position of the head (18). In many analyses standards are based on Bolton standards where NHP was not complied with, so theoretically comparing one's patients with the standards established on such a basis can be misleading (8). The head position when taking a cephalogram is particularly important in cases when the patient growth or treatment are monitored, when conditions for taking two radiological images taken at an interval of time should be the same in order to be able to determine the changes precisely.

Also, head rotation of more than 4 degrees results in significant changes in cephalometric parameters (19). According to Kuster, over 10% of cephalometric images are taken with the head rotation of more than 10 degrees. Measurements based on points determined in the median plane and points located laterally from this plane, e.g. N–S–Ar angle or Ar–Pog mandibular body length, are particularly sensitive to head rotation. Head rotation moves the Ar point (articulare), namely a point constructed at the intersection of two structures, and changes measurement results (20, 21).

Conventional techniques used to take cephalometric images can result in errors due to different distances between the patient's head and the film (15 to 30 cm) and the camera tube (1 to 4 m). This is particularly important in patients during the growth period in whom changes in the facial skeleton are monitored over time (20). Minimising image distortion associated with extending the distance between the X-ray source and the object results in increased patient exposure time and radiation dose, which in turn increases the risk of the patient moving and exposure of the patient's body to harmful X-rays.

Enlargement or reduction of an image obtained should be corrected. This is possible by using a millimetre scale so that it is included in the cephalometric image to allow for its calibration. This is particularly important for linear measurements, which should be corrected according to

będą wskazywały oryginalną wielkość struktur czaszki. Pomiary kątowe mogą być wykonywane bez kalibracji (8). Z tego powodu większość pomiarów cefalometrycznych jest oparta na analizie kątów i proporcji porównujących dwie struktury, co pozwala wykluczyć nie tylko ryzyko błędu wynikającego z powiększenia, ale również błędów wynikających z różnicy wielkości czaszki u różnych pacjentów. Wskazane jest także opieranie większości pomiarów na strukturach środkowych czaszki, bowiem eliminuje to konieczność uśredniania zarysów kostnych. Struktury kostne po prawej i lewej stronie pacjenta mają różne powiększenia, ponieważ znajdują się w różnej odległości od kliszy i lampy rentgenowskiej (elementy znajdujące się bliżej kliszy będą mniej powiększone). Dotyczy to zwłaszcza trzonu i gałęzi żuchwy (21). Przyjmuje się, że jeżeli na cefalogramie jest widoczny podwójny zarys którejś ze struktur, do celów analizy wykorzystuje się punkt będący środkiem odcinka łączącego te dwa zarysy. Przed analizą niezbędne jest jednak powtórne badanie kliniczne pacjenta w celu potwierdzenia, że podwójny zarys struktur wynika z nieprawidłowego ustawienia głowy pacjenta podczas badania radiologicznego lub obecności grubej blaszki korowej na powierzchni kości czaszki (wybiera się linię zewnętrzną pokrytą okostną), a nie asymetrii jego twarzy. W przypadku wątpliwości konieczne jest rozszerzenie diagnostyki. Podwójny zarys struktur może być również widoczny w okolicy zębów siecznych górnych lub dolnych. Wynika on z różnej pozycji przednio-tylnej tych zębów. W takim przypadku do celów analizy cefalometrycznej wybiera się ząb położony bardziej doprzędno.

Problemem do klinicysty może być również poruszenie się pacjenta podczas ekspozycji na promieniowanie rentgenowskie, które skutkuje obniżeniem jakości zdjęcia. Rozmycie struktur kostnych i brak uwidocznienia tkanek miękkich może sprawiać trudności we właściwym przeprowadzeniu analizy cefalometrycznej (20).

Kolejnym wyzwaniem jest wybór płaszczyzny referencyjnej. Większość analiz oparta jest na horyzontalnej (poziomej) linii referencyjnej wyznaczanej w różny sposób. Uważa się jednak, że najbardziej wiarygodne jest użycie prawdziwej płaszczyzny pionowej prostopadłej do prawdziwej płaszczyzny poziomej, która jest stała.

Również wybór punktów referencyjnych u twórców różnych analiz może być odmienny. Podstawową zasadą jest łatwość odnalezienia punktów i powtarzalność pomiarów, zarówno przez jednego, jak i przez wielu badaczy. Punkty powinny być odpowiednie do wytyczenia określonych linii referencyjnych, a następnie wykonania pomiarów kątowych i liniowych (22). Wiele punktów ze względu na nakładanie się struktur kostnych jest trudnych do odnalezienia. Podkreśla się, że identyfikacja położenia zębów siecznych górnych i dolnych jest szczególnie problematyczna. Precyzyjne odnalezienie ich wierzchołków jest często niemożliwe. Inne punkty, takie jak N (nasion), S (sella) czy Gn (gnathion) są łatwiejsze w oznaczaniu.

this scale, because only then will they indicate the original size of cranial structures. Angular measurements can be made without calibration (8). For this reason, most cephalometric measurements are based on an analysis of angles and proportions comparing two structures to exclude not only the risk of an error due to enlargement, but also errors due to cranium size differences in different patients. It is also advisable to base the majority of measurements on the midline cranial structures, as this eliminates the need to average bone outlines. The bone structures on the patient's right and left side are magnified differently because they are at different distances from the film and the X-ray tube (elements closer to the film will be less enlarged). This is particularly true for the mandibular body and ramus (21). It is assumed that if a double outline of one of the structures is visible on a cephalogram, the point at the centre of the segment joining these two outlines is used for the analysis. However, prior to the analysis, a repeat clinical examination of the patient is necessary to confirm that a double structure outline is due to abnormal positioning of the patient's head during a radiological examination or the presence of a thick cortical plate on the surface of cranial bones (an external line covered with periosteum is selected) rather than asymmetry of the patient's face. In case of doubts, it is necessary to expand the diagnostics. A double outline of a structure may also be visible in the area of upper or lower incisors. It results from a different anterior-posterior position of these teeth. In this case, a tooth which is located more anteriorly is selected for a cephalometric analysis.

Patient's movements during exposure to X-rays may also be a problem for a clinician because it leads to reduced image quality. Blurred bone structures and lack of visibility of soft tissues may make it difficult to conduct a cephalometric analysis properly (20).

Selection of a reference plane is another challenge. Most of the analyses are based on a horizontal reference line determined in different ways. However, using the true vertical plane perpendicular to the true horizontal plane which is constant is considered the most credible.

Also, the selection of reference points by authors of different analyses may be different. The basic principle is that it should be easy to find points and that the measurements are repeatable, both by one and more researchers. The points should be suitable for determining specific reference lines and then taking angular and linear measurements (22). Many points are difficult to find due to overlapping bone structures. It is emphasised that it is particularly problematic to identify the position of upper and lower incisors. It is often impossible to find their apices precisely. Other points, such as N (nasion), S (sella) and Gn (gnathion), are easier to determine.

Cephalometry in orthodontic diagnostics – past and present

Utrudnieniem dla klinicysty może być również odmienne nazewnictwo. Ten sam punkt może być różnie nazywany w różnych analizach (np. Sp w analizie Segnera i Hasunda odpowiada ANS w analizie Harvolda), lub też tak samo nazywany punkt może być różnie wyznaczany (np. Go – gonion, może być wyznaczany bezpośrednio na zarysie żuchwy lub jako punkt konstruowany na przecięciu linii stycznych do dolnego brzegu trzonu żuchwy i tylnego brzegu gałęzi żuchwy) (8).

Niektóre analizy wymagają skomplikowanego wykreślenia punktów konstrukcyjnych, na przykład wyznaczenie punktu Xi w analizie Rickettsa wymaga narysowania kilku płaszczyzn, na podstawie których powstaje prostokąt obejmujący gałąź żuchwy, z przekątnymi przecinającymi się w poszukiwanym punkcie (23).

Z tego powodu wielu klinicystów stwarza własne analizy cefalometryczne (będące zbiorem wybranych pomiarów) wykorzystywane w diagnostyce swoich pacjentów.

Większość analiz cefalometrycznych zakłada porównanie wartości liczbowych uzyskanych u pacjenta z normami ustalonymi przez twórców analizy. Normy te są wyznaczane na podstawie badania kilkudziesięciu lub kilkuset pacjentów z prawidłowymi parametrami zwarcia i harmonijnymi rysami twarzy dla danej populacji lub podzielonych na grupy ze względu na istniejącą wadę zgryzu. Na przykład analiza Björka opiera się na badaniu 623 osób płci męskiej pochodzących ze Szwecji (342 12-letnich chłopców i 281 poborowych), z bardzo dobrym lub dobrym stanem uzębienia, nieleczonych ortodontycznie, dobranych niezależnie od rodzaju zgryzu; natomiast analiza Downsa dotyczy tylko 10 mężczyzn i 10 kobiet rasy kaukaskiej z idealną okluzją. Ricketts zaś przebadał 1000 pacjentów w wieku od 3 do 44 roku życia, z podziałem na klasy szkieletowe: I, II – podgrupa 1, II – podgrupa 2, III – z wyłączeniem operacyjnych przypadków III klasy szkieletowej, pacjentów po urazach stawu skroniowo-żuchwowego i pacjentów po operacjach korekty rozszczepu podniebienia pierwotnego i/lub wtórnego (8). O analizie Steinera mówi się natomiast, że została opracowana w oparciu o pomiary czaszki tylko jednej hollywoodzkiej aktorki, które okazały się tak idealne, że późniejsze badania wprowadziły tylko nieznaczne poprawki do wersji oryginalnej. Jarabak zaś swoją analizę opracował w oparciu o wyniki badań własnych, ale i przedstawionych przez Björka, Downsa, Holdaway, Rickettsa, Steinera i Tweeda (24).

Ustalone normy mogą służyć populacji wśród której przeprowadzono badania, jednak mogą być nieodpowiednie dla innych populacji. Z tego powodu Segner i Hasund (22) stworzyli indywidualną cefalometrię (kefalometrię), w której uzyskane wartości nie są porównywane ze średnimi wartościami populacyjnymi, ale z indywidualnymi zmiennymi oczekiwanymi dla typu twarzy danego pacjenta. Podobne założenie ma analiza Sassouniego, oparta na indywidualnym optimum, umożliwiającą ocenę części twarzowej czaszki w trzech wymiarach, po wykonaniu zdjęcia cefalometrycznego boczno i tylnoprzodnego (25, 26, 27).

Different nomenclature may also be a problem for a clinician. The same point can be called differently in different analyses (e.g. Sp in the Segner and Hasund's analysis corresponds to ANS in the Harvold's analysis), or the point with the same name can be determined differently (e.g. Go – gonion, can be determined directly on the outline of the mandible or as a point constructed at the intersection of lines tangent to the lower edge of the mandible body and the posterior edge of the mandibular ramus) (8).

In some analyses, drawing of construction points is complex, for example, to determine the Xi point in the Ricketts' analysis it is necessary to draw several planes to produce a rectangle that includes the mandibular ramus with diagonals that intersect at the point of interest (23).

For this reason, many clinicians create their own cephalometric analyses (which are a set of selected measurements) to be used in diagnostics of their patients.

The majority of cephalometric analyses assume a comparison of numerical values obtained in a patient with the standards set by the authors of such an analysis. These standards are established by examining several dozens or hundreds of patients with normal occlusal parameters and harmonious facial features for a given population or divided into groups stratified by an existing malocclusion. For example, the Björk's analysis is based on a study of 623 males from Sweden (342 12-year-old boys and 281 conscripts) with very good or good dentition, with no history of orthodontic treatment, chosen regardless of the type of occlusion; whereas the Downs' analysis is based on only 10 men and 10 women of the Caucasian race with ideal occlusion. The Ricketts' study included 1000 patients aged between 3 and 44 years, with division into the following skeletal classes: I, II – subgroup 1, II – subgroup 2, III – excluding surgical cases of skeletal class III, patients with temporomandibular joint traumas and patients who had cleft palate and/or secondary palate correction surgeries (8). On the other hand, the Steiner's analysis is said to be based on measurements of the skull of only one Hollywood actress, and they turned out to be so perfect that later studies made only minor improvements to the original version. Jarabak developed his analysis on the basis of his own research, but also results of studies presented by Björk, Downs, Holdaway, Ricketts, Steiner, and Tweed (24).

Established standards may serve the population where studies were conducted, but may not be appropriate for other populations. For this reason, Segner and Hasund (22) created individual cephalometry (kephalometry) in which the values obtained are not compared to population averages, but to the individual variables expected for the facial type of a given patient. A similar assumption is associated with the Sassouni's analysis, based on an individual optimum, which enables to evaluate the facial

Tradycyjne, ręczne wykonywanie analizy cefalometrycznej jest także obciążone błędami wynikającymi często z braku doświadczenia badającego, dlatego wielu badaczy podkreśla przewagę analizy komputerowej, w której punkty są identyfikowane przez program informatyczny, a zadaniem lekarza jest ewentualna korekta ich położenia (28).

CT

Brytyjski inżynier elektronik Godfrey Hounsfield i amerykański fizyk Allan Cormack otrzymali w 1979 Nagrodę Nobla za wynalezienie i budowę tomografu komputerowego. Urządzenie to pozwala na uzyskanie obrazów tomograficznych (przekrojów) badanego obiektu (2D), jak i przestrzennych (3D). Tomografia komputerowa (TK, CT, computed tomography) to złożenie projekcji obiektu wykonanych z różnych kierunków. Obróbka komputerowa pozwala na przestrzenną rekonstrukcję poszczególnych narządów, im więcej projekcji, tym lepsza rozdzielczość obrazu. EMI scanner (pierwszy tomograf) wykonywał obrazy o rozdzielczości 80×80 pikseli (6400 równań) z 28 800 projekcji, zaś współczesne tomografy wykonują nawet do 2 000 000 projekcji (tomografy IV generacji mogą mieć pierścieni z 4800 detektorami i jedną lampę rentgenowską). Dzięki temu ich rozdzielczość sięga dziesiątków mikrometrów.

Tomografia komputerowa ma różne odmiany. Wśród rentgenowskich znajdują się: CAT (Computerized Axial Tomography) – komputerowa tomografia osiowa z podłużnym (osiowym) ruchem łoża z pacjentem; HRCT (High-Resolution Computed Tomography) – tomografia komputerowa wysokiej rozdzielczości (TKWR); MSCT (Multi-Slice Computed Tomography) lub MDCT (Multi-Row Detector Computed Tomography) – wielorzędowa tomografia komputerowa.

Przyszłością w diagnostyce medycznej są odmiany tomografii inne niż rentgenowska. Wykorzystują one promieniowanie gamma powstające wskutek rozpadu izotopów promieniotwórczych z emisją pozytonów, jak np. PET (Positron Emission Tomography), czyli pozytonowa tomografia emisyjna. Z technik tomograficznych korzystają również urządzenia do badania rezonansem magnetycznym MRI (Magnetic Resonance Imaging).

MS CT

Wielorzędowa tomografia komputerowa MSCT (Multi-Slice Computed Tomography), MDCT (Multi-row-Detector Computed Tomography) została wprowadzona do diagnostyki medycznej w 1999 roku. Jest to technika oparta na tomografii komputerowej, lecz posiada znacznie więcej elementów odbierających obraz. Ponadto wykorzystuje do badania dwie lampy rentgenowskie, co pozwala na skrócenie czasu badania, zmniejszenie dawki promieniowania, a uzyskany obraz jest dokładniejszy. Pierwsze aparaty do tego badania naświetlały ciało badanego, co było odwzorowane na kliszy rentgenowskiej, po czym następowało przesunięcie ciała badanego i procedura była powtarzana. Nowsze aparaty

skeleton in three dimensions, after lateral and anterior-posterior cephalograms have been taken (25, 26, 27).

Traditional manual cephalometric analyses are also burdened with errors often resulting from the lack of experience of a researcher, therefore many researchers emphasise the advantage of a computer analysis, because points are identified by IT software and it is the task of a physician to correct their position, if necessary (28).

CT

Godfrey Hounsfield, British electronics engineer, and Allan Cormack, American physicist, received the 1979 Nobel Prize for their invention and construction of a CT scanner. This device allows obtaining tomographic scans (cross-sections) of an examined object that are two-dimensional (2D) as well as spatial (3D). Computed tomography (CT) is the assembly of projections of an object made from various directions. Computer processing allows for spatial reconstruction of individual organs, and the more projections are available, the better the resolution of the image. The EMI scanner (first tomograph) acquired images with the resolution of 80×80 pixels (6400 equations) out of 28,800 projections, while modern tomographs acquire to 2,000,000 projections (4th generation tomographs can have a ring with 4800 detectors and one X-ray tube). Therefore, their resolution reaches tens of micrometres.

Computed tomography has different variations. Regarding X-ray tomography: CAT (Computerized Axial Tomography) – computerised axial tomography with longitudinal (axial) movement of the bed with a patient; HRCT – High-Resolution Computed Tomography; MSCT – Multi-Slice Computed Tomography or MDCT – Multi-Row Detector Computed Tomography.

The future in medical diagnostics lies in varieties of tomography other than X-ray tomography. They use gamma radiation generated by the decomposition of radioactive isotopes with positron emission, such as PET, namely Positron Emission Tomography. MRI (Magnetic Resonance Imaging) scanners also use tomography technology.

MS CT

MSCT (Multi-Slice Computed Tomography), MDCT (Multi-row-Detector Computed Tomography), MDCT (Multi-row-Detector Computed Tomography) have been introduced into medical diagnostics in 1999. It is a technique based on computed tomography, but it has much more image-receiving elements. In addition, it uses two X-ray tubes during an examination, therefore it reduces the examination time, the radiation dose, and the resulting image is more precise. The first devices used for this examination irradiated the body of an examined person, and it was reproduced on an X-ray film, followed by a shift of the body of the examined person and the procedure was

Cephalometry in orthodontic diagnostics – past and present

zapisują dane cyfrowo w sposób ciągły (spiralny skan objętościowy), a następnie poddają je wtórnym rekonstrukcjom z użyciem różnych technik graficznych: MIP (Maximum Intensity Projection) – projekcja największych natężeń (obrazowanie naczyń krwionośnych); MPR (Multiplanar Reformatted Reconstruction) – rekonstrukcja w dowolnej płaszczyźnie (ocena przekrojów naczyń, mięśnia sercowego, zastawek serca); VR (Volume Rendering) – rekonstrukcja objętościowa (umożliwiająca uzyskanie trójwymiarowych obrazów); SSD (Shaded Surface Display) – rekonstrukcje powierzchniowe oraz wirtualna endoskopia pozwalająca na odwzorowanie narządów od wewnątrz (wirtualna kolonoskopia, bronchoskopia, angioscopia) (29).

Cefalometria MS-CT 3D jako narzędzie do pomiarów twarzowej części czaszki ma zalety i wady. Bardzo dokładnie obrazuje zarówno tkanki miękkie, jak i twarde w rzeczywistym rozmiarze (skala 1 : 1) i czasie, bez nakładania struktur anatomicznych (Ryc. 4). Jednakże leżąca pozycja pacjenta może mieć wpływ na obrazowanie tkanek miękkich i pozycję żuchwy, a liczne artefakty utrudniają dokładną analizę cefalometryczną. Głównymi powodami, dla których MS-CT nie jest badaniem rutynowym w stomatologii, są wysoki koszt badania i duża dawka napromieniania. Jest ono pomostem pomiędzy konwencjonalną cefalometrią i CBCT (2, 30).

CBCT

Odmianą konwencjonalnej tomografii komputerowej stworzoną dla stomatologii jest CBCT (Cone Beam Computed Tomography, stożkowa tomografia komputerowa). Wykorzystuje ona promieniowanie rentgenowskie w postaci wiązki stożkowej i umożliwia obrazowanie twarzowej części twarzowej części czaszki w trakcie tylko jednego obrotu źródła promieniowania, co powoduje zmniejszenie dawki i znaczne skrócenie czasu badania (Ryc. 5).

Badanie cefalometryczne CBCT 3D ma wiele zalet. Nowoczesne aparaty emitują znacznie mniejsze dawki promieniowania rentgenowskiego, a pionowa pozycja głowy w czasie skanowania (pacjent w pozycji siedzącej) pozwala na zachowanie naturalnego kształtu tkanek miękkich i eliminuje ryzyko cofnięcia żuchwy, jakie może mieć miejsce w pozycji leżącej pacjenta. Jest ono również łatwiej dostępne dla pacjentów, ponieważ ze względu na redukcję wymiarów urządzenia może być instalowane w praktyce lekarskiej (Ryc. 6). Jednakże w obecnej chwili ma pewne ograniczenia związane ze zmienną gęstością radiograficzną oraz możliwościami skanera i wielkością pola skanowania.

Rezonans magnetyczny

Obraz trójwymiarowy można również uzyskać za pomocą rezonansu magnetycznego MRI (Magnetic Resonance Imaging), a jego zaletą jest to, że nie naraża pacjentów na promieniowanie rentgenowskie. Jest to dobre narzędzie do oceny tkanek miękkich, ale nie struktur kostnych, dlatego nie może być metodą z wyboru w diagnostyce wszystkich

repeated. Newer devices record data digitally and continuously (spiral volumetric scanning), and then reconstruct it using various graphic techniques: MIP (Maximum Intensity Projection) – imaging used for blood vessels); MPR (Multiplanar Reformatted Reconstruction) – reconstruction in any plane (assessment of cross-sections of vessels, myocardium, heart valves); VR (Volume Rendering) – volumetric reconstruction (allowing to obtain three-dimensional images); SSD (Shaded Surface Display) – surface reconstructions and virtual endoscopy allowing for representation of organs from within (virtual colonoscopy), bronchoscopy, angiography) (29).

MS-CT 3D cephalometry as a tool to measure the facial skeleton has advantages and disadvantages. It provides a very precise representation of both soft and hard tissues in real dimensions (scale 1 : 1) and time, without overlapping of anatomical structures (Fig. 4). However, the patient's lying position may affect the imaging of soft tissues and the position of the mandible, whereas numerous artefacts hinder an accurate cephalometric analysis. The main reasons why MS-CT is not a routine examination in dentistry include its high costs and a high radiation dose. It is a bridge between conventional cephalometry and CBCT (2, 30).

CBCT

CBCT (Cone Beam Computed Tomography) is a variation of conventional computed tomography created for dentistry. It uses cone-beam X-rays and allows imaging of the facial skeleton in just one rotation of a radiation source, reducing the dose and significantly shortening the examination time (Fig. 5).

A CBCT 3D cephalometric examination has many advantages. Modern devices emit much smaller X-ray doses, and the vertical head position during scanning (a patient is in a sitting position) allows maintaining a natural shape of soft tissues and eliminates the risk of mandible retraction that may occur when a patient is in a lying position. Scanners are also more easily accessible for patients, as due to their reduced dimensions they can be installed in medical professional offices (Fig. 6). However, at the moment this technology has some limitations related to variable radiographic density, scanner capabilities and scanning field size.

Magnetic resonance imaging

A three-dimensional image can also be obtained using Magnetic Resonance Imaging (MRI), and its advantage is that it does not expose patients to X-rays. It is a good tool to evaluate soft tissues but not bone structures, therefore it cannot be a method of choice in the diagnosis of all orthodontic patients. It is usually performed in cases of temporomandibular joint dysfunctions in order to visualise the morphology and location of an articular disc.

u pacjentów ortodontycznych. Wykonuje się go zwykle w przypadkach dysfunkcji stawów skroniowo-żuchwowych w celu zobrazowania morfologii i położenia krążka stawowego.

Cel

Celem pracy było przedstawienie rysu historycznego i współczesnego zastosowania cefalometrii jako narzędzia diagnostycznego w ortodoncji.

Materiał i metody

Dokonano przeglądu piśmiennictwa z wykorzystaniem bazy PubMed z lat 1939–2018, używając słów kluczowych: antropometria, CBCT, cefalogram, cefalometria, tomografia komputerowa. Wybrano prace najbardziej odpowiadające omawianemu zagadnieniu.

Dyskusja

W trakcie wykładu dla Angle Society w 1959 r. na konieczność wprowadzania cefalometrii do codziennej praktyki ortodontycznej zwrócił uwagę Steiner. Skrytykował jednocześnie tych, którzy nie stosują jej jako podstawowego narzędzia diagnostycznego, zarzucając im brak pełnej informacji o pacjencie, jaką daje analiza cefalometryczna. Jego krytyka może odnosić się także do tych, którzy dziś obawiają się CBCT jako ważnego narzędzia diagnostycznego w wybranej grupie pacjentów (31).

Współcześnie trwa dyskusja dotycząca przewagi korzyści nad ryzykiem stosowania tomografii komputerowej. Wielu badaczy jest zgodnych, że nie powinno to być badanie z wyboru u każdego pacjenta ortodontycznego (32). Jednakże są sytuacje kliniczne (pacjenci z asymetriami twarzowej części czaszki, dysfunkcjami stawów skroniowo-żuchwowych, obturacyjnym bezdechem sennym, problemami z zatokami, zwężeniem podniebienia, ektopią zębów, po urazach czaszki, z nasilonymi zmianami okołowierzchołkowymi korzeni zębów czy chorobami przyzębia), w których obrazowanie 3D jest doskonałym narzędziem diagnostycznym. W tych przypadkach jedno badanie CBCT 3D, zastąpi kilka innych, tzn. pantomogram, cefalogram profilowy i boczny, zdjęcia zębowe, dając mniejszą lub porównywalną dawkę naświetlania (2, 31, 33, 34, 35, 36).

Podobnie jak Broadbent, po wprowadzeniu w USA cefalometrii w 1931 r., czekał 30 lat na upowszechnienie tego badania, również i teraz wielu klinicystów czeka na akceptację CBCT. W 1958 r. wykonanie cefalogramu narażało pacjenta na dawkę 40 μ Sv, a pełne badanie potrzebne do diagnostyki ortodontycznej stanowiło 2000 μ Sv (w 1950 r. dawka dopuszczalna wg Międzynarodowej Komisji do Spraw Ochrony Radiologicznej wynosiła 3000 μ Sv/tydzień). Być może współcześni przeciwnicy CBCT stosują starszą aparaturę lub ich wiedza na temat dawek jest nieaktualna (31).

Aim

The aim of the study was to present historical background and contemporary applications of cephalometry as a diagnostic tool in orthodontics.

Material and methods

A review of the literature was conducted using the PubMed database from the years 1939–2018 and the following key words: anthropometry, CBCT, cephalogram, cephalometry, computed tomography. The papers which were the most suitable for this subject were selected.

Discussion

Steiner drew attention to the necessity of introducing cephalometry into everyday orthodontic practice during a lecture for the Angle Society in 1959. At the same time, he criticised those who did not use it as a basic diagnostic tool, and accused them of having no complete information about a patient provided by a cephalometric analysis. His criticism may also apply to those who even today fear CBCT as an important diagnostic tool in a selected group of patients (31).

Nowadays, there is a discussion about the benefit-risk ratio of using computed tomography. Many researchers agree that it should not be an examination of choice for each orthodontic patient (32). However, there are clinical situations (patients with asymmetries of the facial skeleton, temporomandibular joint dysfunctions, obstructive sleep apnoea, sinus problems, palatal narrowing, tooth ectopy, with skull traumas, with intensified apical lesions of tooth roots or periodontal diseases) for whom 3D imaging is an excellent diagnostic tool. In these cases, one CBCT 3D examination will replace several others, i.e. a panoramic radiograph, a profile and lateral cephalogram, dental images, providing a smaller or comparable radiation dose (2, 31, 33, 34, 35, 36).

Similarly to Broadbent after the introduction of cephalometry in the USA in 1931, he waited 30 years for this examination to become commonly available, and now many clinicians are waiting for CBCT approval. In 1958, a cephalogram was associated with exposing a patient to the dose of 40 μ Sv, and a full examination needed for orthodontic diagnostics provided 2000 μ Sv (in 1950 the allowable dose according to the International Commission on Radiological Protection was 3000 μ Sv/week). Current CBCT opponents may be using older equipment or their knowledge of doses is outdated (31).

In 2011, the American Association of Physicists in Medicine concluded that the risk of medical imaging using effective doses below 50,000 μ Sv for a single procedure or 100,000 μ Sv for a complex procedure in a short time interval was too low to be detectable (37). The International Commission on Radiological Protection recommends

Cephalometry in orthodontic diagnostics – past and present

Amerykańskie Towarzystwo Fizyków Medycznych (The American Association of Physicists in Medicine) w 2011 roku uznało, że ryzyko obrazowania medycznego wykorzystującego efektywne dawki poniżej 50,000 μSv dla pojedynczej procedury lub 100,000 μSv dla złożonej w krótkim odstępie czasu jest zbyt niskie, żeby było wykrywalne (37). Międzynarodowa Komisja Ochrony Radiologicznej (The International Commission on Radiological Protection) rekomenduje natomiast utrzymywanie niezawodowej ekspozycji na poziomie poniżej 1000 μSv na pacjenta na rok, zaś Komitet Naukowy ONZ ds. Skutków Promieniowania Atomowego (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSCEAR) oświadczył, że nie dostrzeżono skutków ubocznych pojawiających się w organizmie dla promieniowania poniżej 100,000 μSv (protektoryjne działanie mechanizmów odnowy komórkowej) (38).

Wiele badań jest poświęcone porównaniu cefalogramu konwencjonalnego i uzyskanego z CBCT. Chen i wsp. dowiedli, że wiele punktów (Me, Gn, Pg, Uia, punkty na dolnych zębach trzonowych) jest łatwiejszych do oceny w cefalogramie 2D uzyskanym z CBCT, niż w cefalogramach konwencjonalnych, ale jedynie położenie dolnego zęba siecznego wykazało różnice istotne statystyczne w obu badaniach (39).

W badaniach Kaliny i wsp. porównywano pomiar kąta nachylenia najbardziej doprzędnie wysuniętego zęba siecznego górnego (IL+) do płaszczyzny podstawy szczęki (NL) (kąt IL+:NL) oraz zęba siecznego dolnego (IL-) do płaszczyzny podstawy żuchwy (ML) (kąt IL-:ML), wykonanego na teleroentgenogramie, z pomiarem najbardziej doprzędnie wysuniętego zęba siecznego szczęki oraz żuchwy na CBCT. Stwierdzono, że ocena inklinacji zębów siecznych szczęki i żuchwy na zdjęciu cefalometrycznym nie jest tożsama z oceną inklinacji zębów siecznych dokonaną na CBCT. Ponadto ze względu na duże różnice w pomiarach kąta nachylenia poszczególnych zębów siecznych szczęki i żuchwy, w celu dokładnej oceny tego parametru wskazane jest wykonanie badania CBCT (36).

Również badania dróg oddechowych w klasycznej cefalometrii i CBCT 3D, wykonanych w krótkim odstępie czasu wykazały wysoką korelację, choć podkreśla się, że to tomografia komputerowa jest przyszłością w pełnej diagnostyce problemów oddechowych (40).

Wskazuje się także na znacznie większe możliwości diagnostyczne badania CBCT przy użyciu nowoczesnych oprogramowań komputerowych w połączeniu ze skanem łuków zębowych pacjenta. Możliwa jest wówczas ocena położenia żuchwy w relacji centralnej i w maksymalnym zaguzkowaniu po wykonaniu tylko jednego badania CBCT z minimalną dyskluzją (41, 42).

Współczesne badania (2014) ukazują, że dziś mniej niż 40% ortodontów wykonuje analizy cefalogramu pacjenta przed leczeniem ortodontycznym. Być może udoskonalenie automatycznej lokalizacji punktów referencyjnych w oprogramowaniu komputerowym (cefalogramu 2D i 3D) sprawi, że analiza cefalometryczna przestanie być czasochłonna i stanie się ważnym elementem diagnostyki ortodontycznej (43).

maintaining non-professional exposure below 1000 μSv per patient per year and the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) stated that no adverse effects of less than 100,000 μSv radiation for the body were observed (protective actions of cellular renewal mechanisms) (38).

Many studies have been devoted to comparing conventional and CBCT cephalograms. Chen et al. proved that it is easier to evaluate many points (Me, Gn, Pg, Uia, points on lower molars) in a 2D cephalogram obtained from CBCT than in conventional cephalograms, but only the position of a lower incisor showed significant statistical differences in both studies (39).

Studies by Kalina et al. compared measurements of the inclination angle of the most anterior upper incisor (IL+) to the maxillary base plane (NL) (IL+ :NL angle), and of the lower incisor (IL-) to the mandibular base plane (ML) (IL- :ML angle) performed in a teleroentgenogram with measurements of the most anterior upper and lower incisors in CBCT. It was concluded that the assessment of inclination of maxillary and mandibular incisors in cephalograms is not identical to the assessment of incisor inclination using CBCT scans. Moreover, due to great differences between measurements of the inclination angle of individual incisors in the maxilla and mandible, CBCT is recommended in order to assess this parameter precisely (36).

Furthermore, examinations of the airways in classic cephalometry and CBCT 3D performed in a short interval of time showed a high correlation, although it is emphasised that computed tomography is the future tool in full diagnostics of respiratory problems (40).

Much greater diagnostic capabilities of CBCT using modern computer software combined with the scan of patient's dental arches are also indicated. It is then possible to assess the position of the mandible in the central relation and in the maximum intercuspation after only one CBCT with minimal disclusion (41, 42).

Modern studies (2014) show that today less than 40% of orthodontists perform cephalogram analyses of patients before orthodontic treatment. Improvements in the automatic location of reference points in computer software (2D and 3D cephalograms) may make a cephalometric analysis no longer time-consuming and it may become an important element of orthodontic diagnostics (43).

Podsumowanie

Wykonanie i analiza zdjęcia cefalometrycznego jest ważnym elementem diagnostyki ortodontycznej, pozwala na bardziej precyzyjne rozpoznanie problemu pacjenta oraz efektywniejsze leczenie, z uzyskaniem bardziej stabilnych wyników. Jednakże przed skierowaniem pacjenta na to badanie należy rozważyć korzyści z niego wynikające i wziąć pod uwagę narażenie go na kumulujące się w organizmie promieniowanie rentgenowskie, które zwiększa ryzyko mutacji DNA, a co za tym idzie, nowotworów w obrębie głowy i szyi (10, 33).

Summary

With regard to orthodontic diagnostics, it is extremely important to perform and analyse a cephalogram as it allows to diagnose a patient's problem more precisely, and more stable outcomes can be obtained. However, before referring a patient for this examination, its benefits should be considered and the exposure to cumulative X-ray doses in the body should be taken into account, because they increase the risk of DNA mutations and thus of head and neck cancer (10, 33).

Piśmiennictwo / References

- Norman W. Orthodontics in 3 millennia. Chapter 7: Facial analysis before the advent of the cephalometer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 129: 293-8.
- Hans EG, Palomo JM, Valiathan M. History of imaging in orthodontics from Broadbent to cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015; 148: 914-21.
- Bergman J. Using facial angle to prove evolution and the human race hierarchy. *J Creat* 2010; 24: 101-5.
- Phulari BS. History of Orthodontics. Jaypee Brothers Medical Publishers 2013; 137.
- Keith A. Thomas Wingate Todd (1885-1938). *J Anat* 1939; 73: 350-3.
- Finaly LM. Craniometry and Cephalometry: A History Prior to the Advent of Radiography. *Angle Orthod* 1980; 50: 312-32.
- Broadbent BH Sr, Broadbent BH Jr, Golden WH. Bolton Standards of Dentofacial Developmental Growth. Mosby 1975.
- Athanasiou AE. Orthodontic Cephalometry. Mosby-Wolfe 1995.
- Nagy D. Anatomia rentgenowska. PZWL 1961.
- European guidelines on radiation protection in dental radiology. The safe use of radiographs in dental practice Issue N° 136. European Commission 2004 Luxembourg. Office for Official Publications of the European Communities 2004.
- Midgard J, Bjork G, Linder-Aronson S. Reproducibility of cephalometric landmarks and errors of measurements of cephalometric cranial distances. *Angle Orthod* 1974; 44: 56-61.
- Ludlow JB, Gubler M, Cevitanes L, Mol A. Precision of cephalometric landmark identification: Cone-beam computed tomography vs conventional cephalometric views. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 136: 312.
- Baccetti T, Franchi L, McNamara J. An improved version of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. *Angle Orthod* 2002; 72: 316-23.
- Perinetti G, Bianchet A, Franchi L, Contardo L. Cervical vertebral maturation: An objective and transparent code staging system applied to a 6-year longitudinal investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2017; 151: 898-906.
- Bassi F, Deregibus A, Prevgliano V, Bracco P, Preti G. Evaluation of the utility of cephalometric parameters in constructing complete denture. Part I: placement of posterior teeth. *J Oral Rehabil* 2001; 28: 234-8.
- Bassi F, Rizzatti A, Schierano G, Preti G. Evaluation of the utility of cephalometric parameters in constructing complete denture. Part II: placement of anterior teeth. *J Oral Rehabil* 2001; 28: 349-53.
- Rajawat I, Venkataramana V, Patil P, Guram G, Gupta N, Lau M, Thakkar P, Shah D, Kaur RK. A cephalometric evaluation for corelation of different facial types with occlusal plane in dentulous and edentulous patients. *Oral Health Dent* 2014; 13: 1188-91.
- Lundstrom A, Lundstrom F, Le Bret LM, Moorrees CF. Natural head position and natural head orientation. Basic considerations in cephalometric analysis. *Eur J Orthod* 1995; 17: 111-20.
- Yoon Y-J, Kim K-S, Hwang M-S. Effect of head rotation on lateral cephalometric radiographs. *Angle Orthod* 2001; 71: 396-403.
- Brandt T, Gunkel C, Buck I. Cephalometrics Without X-Rays. *KN* 2008; 9: 1-7.
- Baumrind S, Frantz RC. The reliability of head film measurements, II: conventional angular and linear measures. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1971; 60: 505-17.
- Segner D, Hasund A. Indywidualna kefalometria. Med Tour Press 1996.
- Ricketts RM. Cephalometric Analysis and Synthesis. *Angle Orthod* 1961; 31: 141-56.
- Jarabak JR, Fizzell JA. Technique and treatment with lightwire edgewise appliance. CV Mosby 1972.
- Sassouni V. A classification of skeletal facial types. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1969; 55: 109-23.
- Sassouni V. A roentgenographic cephalometric analysis of cephalofacio-dental relationships. *Am J Orthod* 1955; 41: 735-64.
- Sassouni V. Diagnosis and treatment planning via roentgenographic cephalometry. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1958; 44: 433-63.
- Muretic Z, Doll GM, Slaj M. Comparative reliability of different traditional and computerized cephalometric analyses. *Acta Stomatol Croat* 1996; 30: 105-10.

Cephalometry in orthodontic diagnostics – past and present

29. Walecki J, Zawadzki M. Postępy w diagnostyce obrazowej w 2005 roku. *Med Prakt* 2006; 7-8: 185-6.
30. Swennen GRJ, Schutyser F. Three-dimensional cephalometry: Spiral multi-slice vs cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 130: 410-6.
31. Carlson SK, Graham J, Mah J, Molen A, Paquette DE, Quintero JC. Let the truth about CBCT be known. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2014; 145: 418-9.
32. Greco PM. Let the truth be known. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013; 144: 788-9.
33. De Grauwe A, Ayaz I, Shujaat S, Dimitrov S, Gbadegbegnon L, Vannet BV, Jacobs R. CBCT in orthodontics: a systematic review on justification of CBCT in a paediatric population prior to orthodontic treatment. *Eur J Orthod* 2018; 1-9.
34. Sun L, Zhang L, Shen G, Wang B, Fang B. Accuracy of cone-beam computed tomography in detecting alveolar bone dehiscences and fenestrations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015; 147: 313-23.
35. Servais JA, Gaalaas L, Lunos S, Beiraghi S, Larson BE, Leon-Salazar V. Alternative cone-beam computed tomography method for the analysis of bone dentistry around impacted maxillary canines. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2018; 154: 442-9.
36. Kalina E, Sobieska E, Kalina K, Zadurska M. Inklinacja zębów siecznych szczęki i żuchwy – porównanie pomiarów uzyskanych w badaniu teleroentgenowskim oraz CBCT. *Forum Ortod* 2017; 13: 89-96.
37. Dezarn WA, Cessna JT, DeWerd LA, Feng W, Gates VL, Halama J. Recommendations of the American Association of Physicists in Medicine on dosimetry, imaging, and quality assurance procedures for 90Y microsphere brachytherapy in the treatment of hepatic malignancies. *Med Phys* 2011; 38: 4824-45.
38. Bertin DM. 2012 report of UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on Effects of Atomic Radiation). Biological mechanisms of radiation actions at low doses. A white paper to guide the Scientific Committee's future programme of work. *New York* 2012; 5: 12-57831.
39. Chen MH, Chang JZC, Kok SH, Chen YJ, Huang YD, Cheng KY, Lin CP. Intraobserver reliability of landmark identification in cone-beam computed tomography-synthesized two-dimensional cephalograms versus conventional cephalometric radiography: A preliminary study. *J Dent Sci*, 2014; 9: 56-62.
40. Bronoosh P, Khojasrepour L. Analysis of Pharyngeal Airway Using Lateral Cephalogram vs CBCT Images: A Cross-sectional Retrospective Study. *Open Dent J* 2015; 9: 263-6.
41. Wen J, Liu S, Ye X, Xie X, Li J, Li H, Mei L. Comparative study of cephalometric measurements using 3 imaging modalities. *JADA* 2017; 148: 913-21.
42. El-Beialy, El Nigoumi A, Kaddah A, Afify H. Using a single cone-beam computed tomography scan to obtain full occlusal details, with the mandible in centric relation and maximum intercuspation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2018; 153: 741-6.
43. Montufar J, Romero M, Scougall-Vilchis RJ. Hybrid approach for automatic cephalometric landmark annotation on cone-beam computed tomography volumes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2018; 154: 140-50.

Współpraca ortodontyczno-logopedyczna w skojarzonym leczeniu ortodontyczno-chirurgicznym

Opis przypadku

Orthodontic and speech therapy cooperation in combined orthodontic and surgical treatment

Case report

Maria Orzelska-Blomberg¹ **A B D E F** (ORCID ID: 0000-0002-1283-2846)

Agnieszka Banaszek² **A B D E F** (ORCID ID: 0000-0001-5630-7237)

Anna Walencik-Topińska³ **D E F** (ORCID ID: 0000-0002-5443-6673)

Bogna Racka-Pilszak⁴ **E** (ORCID ID: 0000-0002-3709-3576)

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

^{1,4} Zakład Ortodoncji, Gdański Uniwersytet Medyczny

Department of Orthodontics, Medical University of Gdansk

^{2,3} Katedra Logopedii, Wydział Filologiczny, Uniwersytet Gdański

Faculty of Languages, Department of Logopaedics, University of Gdansk

Streszczenie

Ocena przebiegu procesów rozwojowo-czynnościowych układu stomatognatycznego należy do specjalistów z dziedziny logopedii i ortodoncji. Coraz częściej obserwuje się wspólne projekty naukowe, jak też i działania praktyczne specjalistów z obu tych grup. W literaturze przedmiotu można spotkać nieliczne doniesienia na temat leczenia pacjentów z poważnymi zaburzeniami szkieletowymi w zespole ortodontyczno-chirurgicznym przy współudziale logopedów. **Cel.** Głównym celem artykułu było ukazanie na podstawie studium przypadku pacjentki z wadą szkieletową i wadą wymowy specyfiki współpracy ortodontyczno-logopedycznej. Dodatkowo zaprezentowano szereg ćwiczeń, tradycyjnie zaliczanych do logopedycznych, które można

Abstract

Specialists in the field of speech therapy and orthodontics evaluate developmental and functional processes of the stomatognathic system. Joint research projects and practical activities between specialists in these fields are more and more often observed. There are only few literature reports on the treatment of patients with severe skeletal disorders by orthodontic and surgical teams with the cooperation of speech therapists. **Aim.** The main aim of the article was to present principles of cooperation between orthodontists and speech therapists based on a case report of a female patient with a skeletal defect and speech defect. Additionally, exercises that are traditionally classified as speech therapy were presented and they can be recommended to adult

¹ Lek. dent., dr n. med., asystent, w trakcie specjalizacji z ortodoncji / DDS, PhD, Postgraduate Orthodontic Resident

² Dr n. hum., adiunkt / PhD

³ Dr n. hum., adiunkt / PhD

⁴ Dr n. med., Kierownik Zakładu Ortodoncji / DDS, PhD, Associate Professor, Head of the Department of Orthodontics

Dane do korespondencji/Correspondence address:

Al. Zwycięstwa 42c

80-210 Gdańsk

e-mail: orzelska@gumed.edu.pl

zalecić pacjentom dorosłym przed i po operacji ortognatycznej. Opisano metody ćwiczeń w taki sposób, aby mogli to zrobić nie tylko logopedzi, ale również ortodonta. **Materiał i metody.** Wykorzystany materiał stanowiła dokumentacja ortodontyczna oraz logopedyczna na podstawie studium przypadku zebrana w latach 2015-18 w Poradni Ortodoncji UCS GUMed. Zebrany materiał empiryczny został przeanalizowany przez dwóch logopedów i dwóch ortodontów. **Wyniki.** W przypadku zaprezentowanego pacjenta korelacja leczenia ortodontyczno-chirurgicznego z terapią logopedyczną okazała się bardzo korzystna. Zespół ortodontyczno-logopedyczny powinien zlecić odpowiednio dobrane ćwiczenia, by pomóc pacjentowi wypracować umiejętność prawidłowego oddychania, połykania i żucia. W okresie przed operacją właściwe jest wprowadzenie ćwiczeń oddechowych, motoryki żuchwy, warg i język. Po operacji dołączyć należy ćwiczenia odgryzania, żucia, połykania i prawidłowego ułożenia języka w pozycji spoczynkowej, niekiedy korektę artykulacji. **Wnioski.** W przypadku współwystępowania wady szkieletowej z wadą wymowy leczenie ortodontyczne skorelowane z terapią logopedyczną ma na celu stabilizację wyników leczenia ortodontycznego oraz szybszy powrót do wykonywania poprawnie fizjologicznych czynności narządu żucia. (Orzelska-Blomberg M, Banaszekiewicz A, Walencik-Topińko A, Racka-Pilszak B. Współpraca ortodontyczno-logopedyczna w skojarzonym leczeniu ortodontyczno-chirurgicznym. Opis przypadku. *Forum Ortod* 2019; 15: 140-52).

Nadesłano: 05.12.2018

Przyjęto do druku: 04.04.2019

Słowa kluczowe: terapia logopedyczna, ćwiczenia języka i warg, współpraca ortodontyczno-logopedyczna, prognatyzm żuchwy, wada szkieletowa, reedukacja pozabiegowa

Wstęp

Ocena przebiegu procesów rozwojowo-czynnościowych układu stomatognatycznego (1, 2, 3, 4) należy do specjalistów z dziedziny logopedii i ortodoncji. Coraz częściej obserwuje się ich wspólne projekty naukowe i działania praktyczne, które dotyczą leczenia dzieci z zaburzeniami mowy i wadami zgryzu. Na podstawie prezentowanego studium przypadku pokazano możliwość takiej interdyscyplinarnej współpracy na trochę innym polu – w pracy z dorosłymi pacjentami zakwalifikowanymi do zabiegów ortognatycznych.

W literaturze przedmiotu można spotkać nieliczne doniesienia na temat leczenia pacjentów z poważnymi zaburzeniami zgryzowymi i szkieletowymi w zespole ortodontyczno-chirurgicznym przy współudziale logopedów. W artykule poglądowym Hassan i wsp. wskazali zaledwie 9 takich tekstów opublikowanych w latach 1966–2006, przy czym prezentowane grupy badawcze były nieliczne i niejednorodnie (5).

patients before and after an orthognathic procedure. Exercises were described so as they could be recommended by orthodontists as well, and not only speech therapists. **Material and methods.** The material used included orthodontic and speech therapy documentation prepared on the basis of a case study collected in 2015-2018 at the Outpatient Clinic of Orthodontics, UCS GUMed. Collected empirical material was analysed by two speech therapists and two orthodontists. **Results.** Regarding this patient, correlation between orthodontic and surgical treatment and speech therapy was extremely beneficial. An orthodontic and speech therapy team should recommend specifically tailored exercises to help the patient develop functions of proper breathing, swallowing and chewing. In the period before the surgery it is recommended to introduce respiratory exercises, exercises for the motor functions of the mandible, lips, and tongue. After the surgery it is recommended to add exercises to practice biting off, chewing, swallowing and a correct position of the tongue at rest, sometimes exercises to improve articulation. **Conclusions.** When a skeletal defect coexists with a speech defect orthodontic treatment correlated with speech therapy is aimed to maintain outcomes of orthodontic treatment and to help recovery of correct performance of physiological functions of the masticatory organ. (Orzelska-Blomberg M, Banaszekiewicz A, Walencik-Topińko A, Racka-Pilszak B. Orthodontic and speech therapy cooperation in combined orthodontic and surgical treatment. Case report. *Orthod Forum* 2019; 15: 140-52).

Received: 05.12.2018

Accepted: 04.04.2019

Key words: speech therapy, exercises for the tongue and lips, orthodontic and speech therapy cooperation, mandibular prognathism, skeletal defect, postoperative reeducation

Introduction

Specialists in the field of speech therapy and orthodontics evaluate developmental and functional processes of the stomatognathic system (1, 2, 3, 4). Their joint research projects and practical activities regarding treatment of children with speech impairments and malocclusions are more and more often observed. The presented case study shows that such interdisciplinary cooperation is possible in a slightly different field – working with adult patients eligible for orthognathic procedures.

There are only few reports on the treatment of patients with severe malocclusions and skeletal disorders by orthodontic and surgical teams with the cooperation of speech therapists. In their review article Hassan et al. indicated only 9 such texts published in the years 1966–2006, and research groups presented were few and heterogeneous (5).

Należy pamiętać, że takie dysfunkcje, jak nieprawidłowe oddychanie, połykanie, żucie, gryzienie, ułożenie języka w spoczynku, a także obniżenie sprawności języka i warg mogą korelować zarówno z wadami wymowy, jak i zaburzeniami zgryzowymi (1, 3, 6, 7, 8, 9, 10).

Cel

Głównym celem artykułu było przedstawienie studium przypadku pacjentki z wadą szkieletową i wadą wymowy, poddanej terapii ortodontyczno-logopedyczno-chirurgicznej, oraz zwrócenie uwagi na specyfikę i charakter współpracy ortodonta z logopedą w opisanym postępowaniu leczniczo-terapeutycznym. Zaprezentowano także ćwiczenia tradycyjnie zaliczane do logopedycznych, które zarówno logopedzi, jak i ortodonta (np. gdy nie ma możliwości współpracy z logopedą) mogą zalecić pacjentom dorosłym przed i po operacji ortognatycznej.

Materiał i metody

Wykorzystany materiał stanowiły dokumentacja ortodontyczna i logopedyczna sporządzona na podstawie studium przypadku. W skład materiału badawczego wchodziły modele diagnostyczne, zdjęcia rentgenowskie – cefalometryczne i pantomograficzne – oraz wyniki badania klinicznego zewnątrz- i wewnątrzustnego. Zebrane materiały dotyczyły pacjentki, która została poddana terapii ortodontycznej oraz logopedycznej w Poradni Ortodoncji UCS GUMed w latach 2015–2018. Przedstawiono przebieg leczenia ortodontycznego we współpracy ortodontyczno-logopedyczno-chirurgicznej. Ze strony logopedycznej przeanalizowano kartę diagnozy mowy, kartę wywiadu logopedycznego oraz notatki z poszczególnych zajęć terapeutycznych. Zebrany materiał empiryczny został przeanalizowany przez dwóch logopedów i dwóch ortodontów.

Opis przypadku

Opis ortodontyczny

Pacjentka, lat 17, zgłosiła się lutym 2015 roku do Poradni Ortodoncji UCS GUMed w celu leczenia wady zgryzu. Na podstawie badania klinicznego oraz badań dodatkowych została postawiona diagnoza ortodontyczna. Wykazała ona zaburzenie o charakterze szkieletowym: przodożuchwie morfologiczne, zgryz krzyżowy boczny obustronny, szparowatość w łuku górnym, stłoczenie siekaczy dolnych (Ryc. 1. a–j).

Poinformowano pacjentkę o różnych możliwościach leczenia, w tym leczenia zespołowego ortodontyczno-chirurgicznego. Przedstawiono plan, który obejmował usunięcie zębów 18, 28, 38, 48, dekompensację wady zgryzu za pomocą aparatów stałych cienkołukowych, konsultację i leczenie logopedyczne oraz konsultację i leczenie chirurgiczne (wykonanie zabiegu ortognatycznego).

It should be remembered that such dysfunctions as abnormal breathing, swallowing, chewing, biting, tongue resting position and reduced competence of tongue and lips may correlate with both speech defects and malocclusions (1, 3, 6, 7, 8, 9, 10).

Aim

The main aim of the article was to present a case study of a female patient with skeletal and speech defects, undergoing orthodontic-speech therapy-surgical therapy, and to draw attention to the character and nature of cooperation between an orthodontist and speech therapist in a described protocol consisting of treatment and therapy. Exercises that are traditionally classified as speech therapy are presented, and they can be recommended by speech therapists and orthodontists (e.g. when it is not possible to cooperate with a speech therapist) to adult patients before and after an orthognathic procedure.

Material and methods

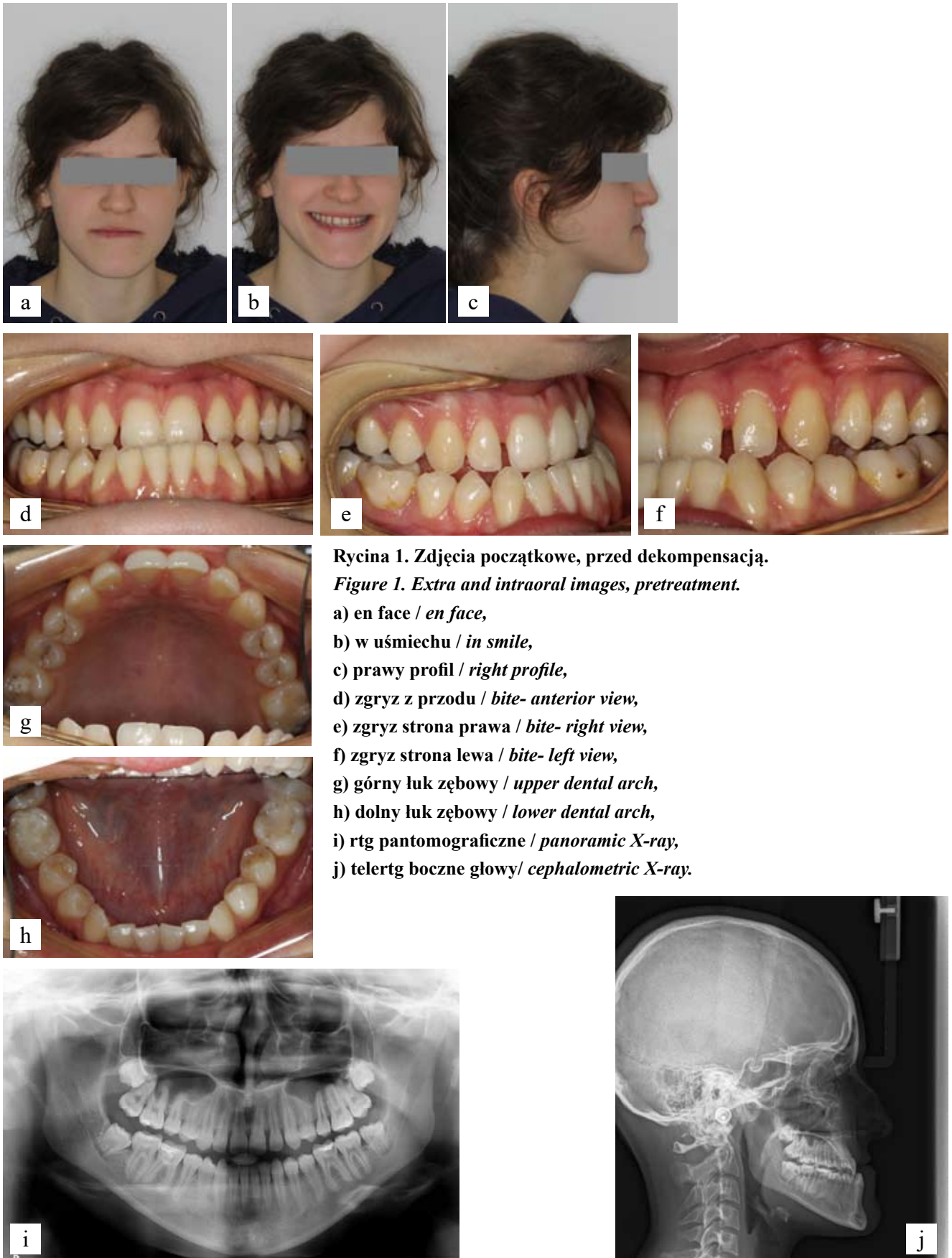
The material used included orthodontic and speech therapy documentation prepared on the basis of a case study. The study material consisted of diagnostic models, X-ray images – cephalometric and pantomographic images – as well as results of an extra- and intraoral clinical examination. The collected material concerned a female patient who underwent orthodontic treatment and speech therapy at the Outpatient Clinic of Orthodontics, UCS GUMed in the period 2015–2018. The course of orthodontic treatment in orthodontic-speech therapy-surgical cooperation is presented. Regarding speech therapy, the speech diagnosis card, the speech therapy history card and notes from individual therapeutic classes were analysed. Collected empirical material was analysed by two speech therapists and two orthodontists.

Case report

Orthodontic description

Female patient, aged 17, came to the Outpatient Clinic of Orthodontics, UCS GUMed in February 2015 to treat a malocclusion. An orthodontic diagnosis was made based on a clinical examination and additional tests. It showed skeletal abnormalities: morphological mandibular anteroposition, lateral bilateral crossbite, gaps in the upper arch, crowding of lower incisors (Fig. 1. a–j).

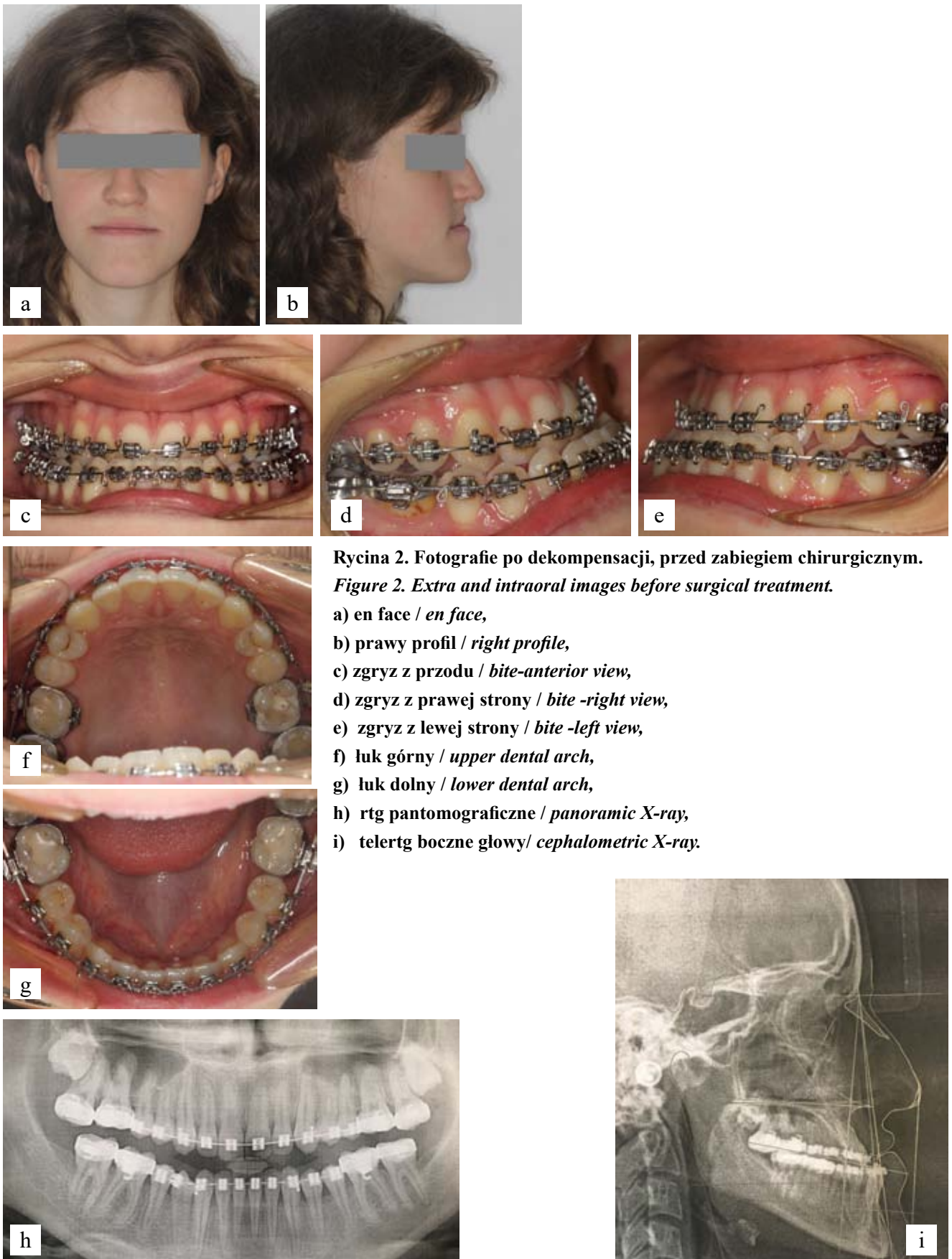
The patient was informed about various treatment options, including combined orthodontic and surgical treatment. A plan was presented, and it included removal of teeth 18, 28, 38, 48, decompensation of a malocclusion with thin fixed archwires, speech therapy consultation and treatment, as well as a surgical consultation and treatment (an orthognathic procedure).



Rycina 1. Zdjęcia początkowe, przed dekompensacją.

Figure 1. Extra and intraoral images, pretreatment.

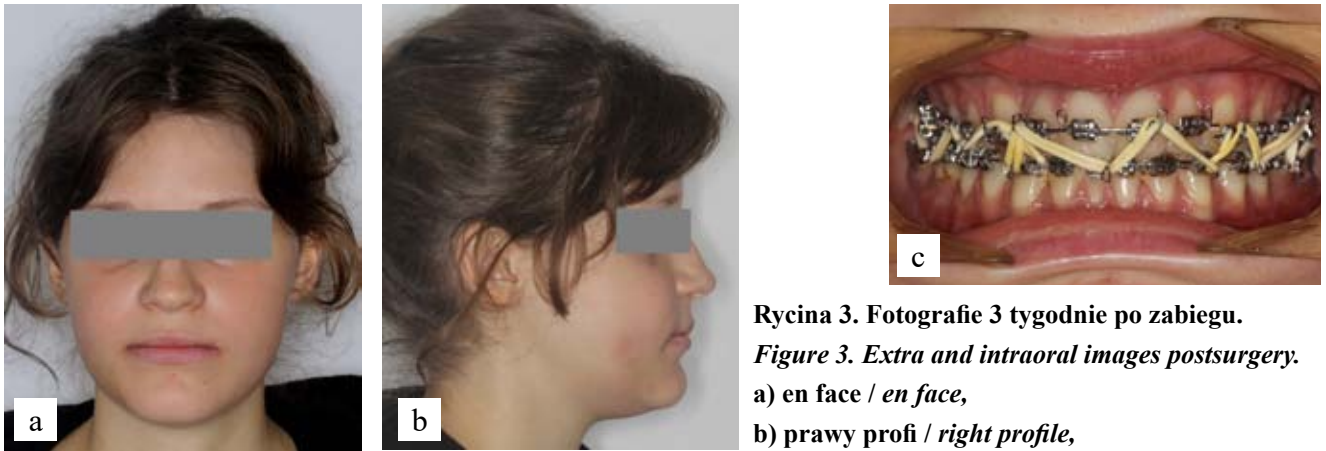
- a) en face / *en face*,
- b) w uśmiechu / *in smile*,
- c) prawy profil / *right profile*,
- d) zgryz z przodu / *bite- anterior view*,
- e) zgryz strona prawa / *bite- right view*,
- f) zgryz strona lewa / *bite- left view*,
- g) górny luk zębowy / *upper dental arch*,
- h) dolny luk zębowy / *lower dental arch*,
- i) rtg pantomograficzne / *panoramic X-ray*,
- j) telertg boczne głowy/ *cephalometric X-ray*.



Rycina 2. Fotografie po dekompensacji, przed zabiegiem chirurgicznym.

Figure 2. Extra and intraoral images before surgical treatment.

- a) en face / *en face*,
- b) prawy profil / *right profile*,
- c) zgryz z przodu / *bite-anterior view*,
- d) zgryz z prawej strony / *bite-right view*,
- e) zgryz z lewej strony / *bite-left view*,
- f) łuk górny / *upper dental arch*,
- g) łuk dolny / *lower dental arch*,
- h) rtg pantomograficzne / *panoramic X-ray*,
- i) telertg boczne głowy/ *cephalometric X-ray*.



Rycina 3. Fotografie 3 tygodnie po zabiegu.

Figure 3. Extra and intraoral images postsurgery.

a) en face / en face,

b) prawy profil / right profile,

c) zgryz z przodu / bite -anterior view.

Konwencjonalną terapię ortodontyczną rozpoczęto w marcu 2015 roku, zaczynając od założenia aparatu stałego cienkołukowego górnego w slocie 0.22 Roth i łuku 0.14 NiTi. W kolejnym miesiącu założono aparat dolny, również w slocie 0.22 Roth, łuk 0.14 NiTi oraz zacementowano pierścienie na zęby 17, 27, 37, 47. Po zakończeniu fazy niwelizacji na łuku 0.16 x 0.22 Copper Niti, założono łuki 0.16 x 0.22 SS, na których domknęto powstałe szpary w łuku dolnym. Pacjentka została skierowana na zabieg na łukach 0.19 x 0.25 SS (łuki operacyjne). Po każdej wizycie u ortodonta następowała kontrola logopedycznej terapii przedzabiegowej. Należy podkreślić, że na każdym etapie leczenia pacjentka bardzo dobrze współpracowała z ortodontą.

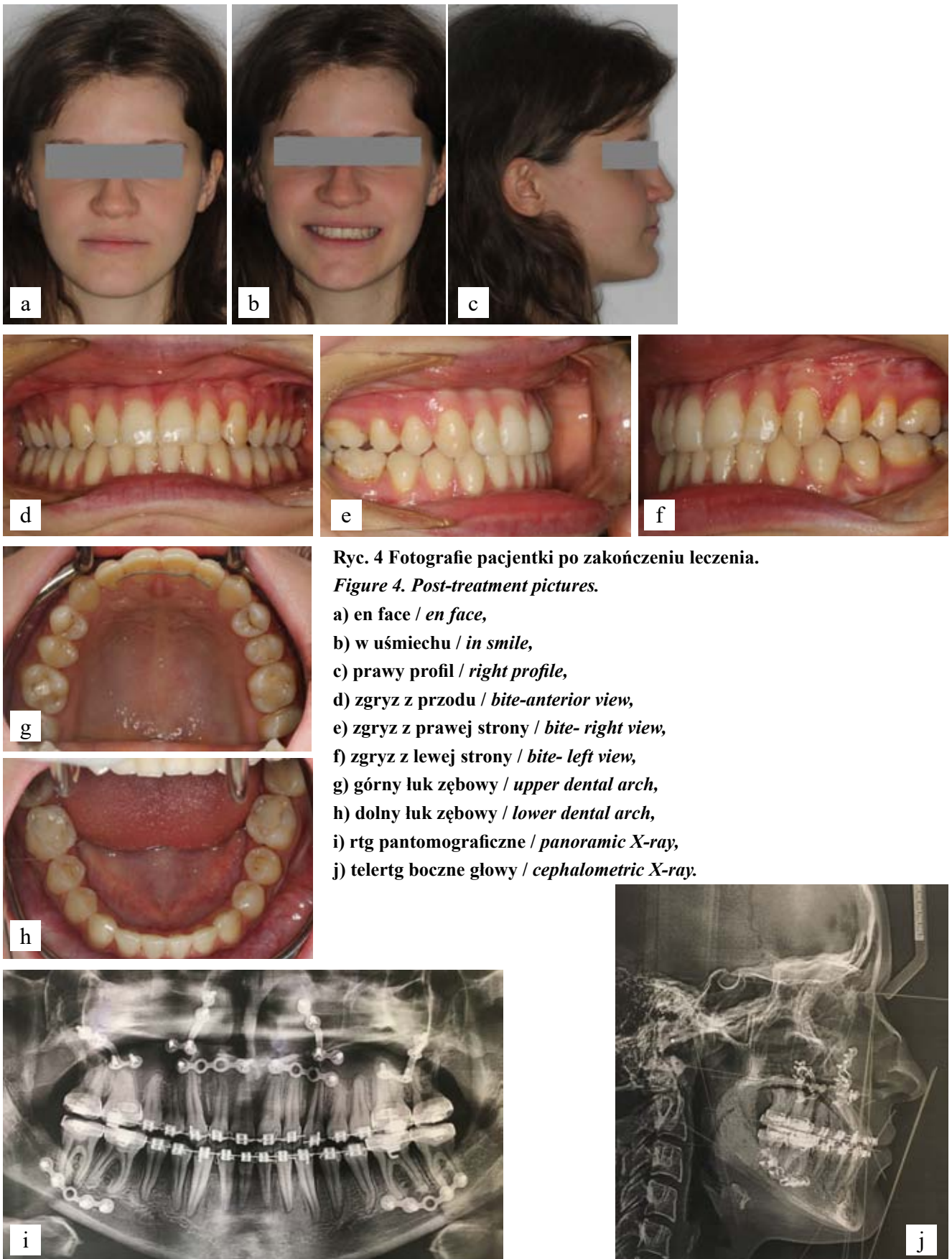
Faza dekomensacji trwała 1,5 roku (Ryc. 2. a-i). Pacjentka zdecydowała się na zabieg w Warszawie w Wojskowym Instytucie Medycznym na Oddziale Klinicznym Chirurgii Czaszkowo-Szczękowo-Twarzowej. Operacja odbyła się we wrześniu 2016 roku i wykonano wówczas osteotomię segmentarną szczęki oraz osteotomię strzałkową gałęzi żuchwy metodą Obwegesera w modyfikacji Dal Ponta. Po zabiegu zastosowano rutynowe unieruchomienie międzyszczękowe (Ryc. 3. a-c).

Leczenie ortodontyczne pooperacyjne trwało 9 miesięcy i polegało na: stabilizacji odłamów przez coraz rzadsze noszenie wyciągów międzyszczękowych; ostatecznej korekcji nagryzu pionowego i poziomego; uzyskaniu prawidłowych kontaktów w odcinkach bocznych oraz drobnych korektach położenia pojedynczych zębów. Przed zdjęciem aparatów zdecydowano o zastosowaniu stałej retencji w łuku górnym i dolnym (Dentaflex) oraz retencji zdejmowanej w postaci płytki Hawleya. Niestety, pacjentka zdecydowała się na szybsze zakończenie fazy aktywnej leczenia, niż zostało to zalecone (Ryc. 4. a-j).

Conventional orthodontic treatment started in March 2015, and a fixed thin archwire was placed in the 0.22 Roth slot with a 0.14 NiTi archwire. In the next month a lower appliance was placed, also in the 0.22 Roth slot, with a 0.14 NiTi archwire, and rings were cemented on teeth 17, 27, 37, 47. After completion of the levelling phase on a 0.16 x 0.22 Copper Niti archwire 0.16 x 0.22 SS archwires were placed in order to close gaps formed in the lower arch. The patient was referred for a procedure on 0.19 x 0.25 SS arches (surgical arches). After each visit at the orthodontist's office there was a follow-up with a speech therapist before the procedure. It should be emphasised that at each stage of treatment the patient cooperated with the orthodontist very well.

The decompensation phase lasted 1.5 years (Fig. 2. a-i). The patient decided to undergo surgery in Warsaw, at the Military Institute of Medicine, Clinical Ward of Craniomaxillofacial Surgery. The surgery took place in September 2016 and maxillary segmental osteotomy and sagittal osteotomy of the mandibular ramus using the Obwegeser's technique in the Dal Ponta modification was performed. After the procedure routine intermaxillary immobilisation was applied (Fig. 3. a-c).

Postoperative orthodontic treatment lasted 9 months and consisted of: stabilisation of fragments by wearing intermaxillary traction at longer intervals; final correction of overjet and overbite; obtaining normal contact in lateral sections and minor corrections of positions of individual teeth. Before removing appliances, a decision was made to use a fixed retainer in the upper and lower arch (Dentaflex) and a removable retainer in the form of a Hawley appliance. Unfortunately, the patient decided to terminate the active phase of treatment earlier than it had been recommended (Fig. 4. a-j).



Ryc. 4 Fotografie pacjentki po zakończeniu leczenia.

Figure 4. Post-treatment pictures.

- a) en face / *en face*,
- b) w uśmiechu / *in smile*,
- c) prawy profil / *right profile*,
- d) zgryz z przodu / *bite-anterior view*,
- e) zgryz z prawej strony / *bite- right view*,
- f) zgryz z lewej strony / *bite- left view*,
- g) górny luk zębowy / *upper dental arch*,
- h) dolny luk zębowy / *lower dental arch*,
- i) rtg pantomograficzne / *panoramic X-ray*,
- j) telertg boczne głowy / *cephalometric X-ray*.

Opis logopedyczny**Diagnoza logopedyczna przed operacją**

Pacjentka, skierowana przez lekarza ortodontę, zgłosiła się do logopedy w grudniu 2015 roku. Badanie wykazało:

- wymowa pacjentki była w pełni zrozumiała, ale stwierdzono zaburzenie artykulacji polegające na międzyzębowej wymowie głosek t, d, n, s, z, c, d (zapis ortograficzny). Pacjentka nigdy dotąd nie korzystała z terapii logopedycznej;
- właściwy tor oddychania – nosem – przy zamkniętej jamie ustnej i złączonych wargach;
- nieprawidłowe ułożenie języka podczas połykania (infantylny, typu dziecięcego, z tłoczeniem języka na dolne zęby – według opisu Mackiewicz'a (2));
- nieprawidłowe ułożenie języka w spoczynku (ułożenie na dnie jamy ustnej – pozycja „bardzo niska” według opisu Artese i in. (7))

Terapia logopedyczna

Ćwiczenia logopedyczne prowadzono zarówno przed, jak i po operacji. Przed operacją miały na celu wypracować świadomość czucia ułożenia narządów artykulacyjnych oraz zwrócić uwagę na prawidłowy sposób oddychania. Ich wprowadzenie jeszcze przed zmianą warunków morfologicznych sprzyja skróceniu czasu terapii po operacji. Zalecenia po operacji zawierały intensyfikację ćwiczeń przedoperacyjnych oraz ćwiczenia pionizacji języka, motoryki warg, połykania, żucia i artykulacji. Wszystkie ćwiczenia pacjentka miała wykonywać również samodzielnie w domu, przed lustrem, codziennie przez kilka minut, 10 razy każde ćwiczenie lub przez ok. 10 sek.

Przed operacją

Ćwiczenia czucia ułożenia narządów artykulacyjnych (języka i warg):

- masowanie końcem języka podniebienia twardego przy zamkniętych oraz otwartych ustach;
- punktowe dotykanie końcem języka podniebienia twardego przy opuszczonej i nieruchomej żuchwie;
- kląskanie i cmokanie językiem przy opuszczonej i nieruchomej żuchwie;
- uśmiech – „dzióbek” z warg na zmianę;
- przepychanie powietrza między zamkniętymi wargami z zębami (w przedsionku jamy ustnej);
- gwizdanie z wyraźnym wypukleniem warg;
- zaciskanie i rozluźnianie warg;
- parskanie.

Ćwiczenia oddechowe wykonywane w pozycji siedzącej z wyprostowanymi plecami:

- wdech nosem, wydech ustami; wdech i wydech nosem; oddech naprzemienny lewym, potem prawym nozdrzem (zatykanie palcem drugiego nozdrza);

Speech therapy description**Speech therapy diagnosis before surgery**

The patient, referred by an orthodontist, reported to a speech therapist in December 2015. The examination showed the following:

- the patient's pronunciation was fully understandable, but there was an articulation disorder consisting in interdental pronunciation of sounds t, d, n, s, z, c, d (spelling). The patient had never received speech therapy before;
- proper breathing route – via the nose – with the mouth closed and the lips connected;
- improper tongue position while swallowing (infantile, child type, with tongue thrust onto the lower teeth – according to the Mackiewicz's description (2));
- improper tongue resting position (placement at the bottom of the oral cavity – “very low” position as described by Artese et al. (7)).

Speech therapy

Speech therapy exercises were conducted both before and after the surgery. Before the surgery, they were aimed to develop awareness of the position of articulatory system organs and to draw attention to the correct breathing route. When they are introduced before the change of morphological conditions, they help shorten treatment duration after the surgery. Postoperative recommendations included intensification of preoperative exercises and exercises for the tongue vertical position, lip motor functions, swallowing, chewing and articulation. The patient was to perform all exercises on her own at home, in front of the mirror, every day for a few minutes, each exercise 10 times or for about 10 seconds.

Before surgery

Exercises aimed to increase awareness of the position of the articulatory organs (tongue and lips):

- massaging the hard palate with the tongue tip, with the mouth closed and open;
- spot-like touching the hard palate with the tongue tip, with lowered and immobile mandible;
- clicking and smacking with the tongue, with lowered and immobile mandible;
- smiling – making a lip pout alternately;
- pushing air between closed lips with teeth (in the vestibule of the oral cavity);
- whistling with a visible lip pout;
- clenching and relaxing the lips;
- snorting.

Respiratory exercises performed in a sitting position – with the back straightened:

- inhalation via the nose, exhalation via the mouth; inhalation and exhalation via the nose; alternating breathing with the left, then with the right nostril (blocking the other nostril with the finger);

- dmuchanie na płomień świecy ustawionej 20–30 cm od twarzy pacjentki w pozycji centralnej (najpierw przez duży, a następnie mały „dzióbek” z warg);
- dmuchanie j.w., ale przez „rurkę” ułożoną z języka;
- odchylenie wydechem kartki papieru (format A5), trzymanej centralnie przed twarzą.

Po operacji

Efektywność ćwiczeń wzrosła, ale wystąpił problem ze szczękociskiem. Zastosowano zatem więcej ćwiczeń oddechowych oraz artykulacyjnych, m.in. wymawianie samogłosek z szerokim otwarciem ust.

Do ćwiczeń języka dodano ćwiczenia pionizacji języka:

- przytrzymywanie wafelka (rodzynka, kawałka skórki od chleba, itp.) końcem języka na podniebieniu, z jednoczesnym opuszczaniem i podnoszeniem żuchwy;
- tzw. „garaż” – język przyklejony do podniebienia (lub dotyk końcem języka do wału dziąsłowego), zęby zaciśnięte, wargi zamknięte, oddychanie przez nos.

Do ćwiczeń warg dodano:

- cmokanie, przy utrzymaniu szczęk w pozycji zgryzowej;
- chowanie górnej wargi pod dolną – i odwrotnie – przy szczękach zwartych.

Nauka schematu ułożenia języka w spoczynku – wskazówka dla pacjentki: koniec szerokiego języka należy ułożyć na podniebieniu, za górnymi zębami w okolicy brodawki przysiecznej (7). Ważne, aby to ułożenie nie wiązało się ze zbyt dużym napięciem mięśniowym, które często występuje podczas wykonywania tej czynności. Pomagają w tym ćwiczenia pionizacji języka, szczególnie opisane wcześniej przytrzymywanie wafelka i „garaż”.

Połykanie śliny – polecenia: zbierz ślinę na język, dotknij końcem języka do podniebienia, zaciśnij zęby, zamknij wargi, naciskając mocno na podniebienie – przełknij (11). Początkowo ćwiczenie połykania można zlecić do wykonywania przed lustrem, z lekko rozchylonymi wargami – tak, by pacjent miał lepszą kontrolę, również wizualną, nad położeniem i pracą swojego języka.

Połykanie wody – po stwierdzeniu, że pacjentka bez wysiłku i napięcia mięśni twarzowych połykała ślinę w warunkach kontrolowanych, zalecono połykanie małej ilości wody według wcześniejszych wskazówek.

Połykanie jedzenia – po stwierdzeniu, że pacjentka bez wysiłku i napięcia mięśni twarzowych połyka wodę w warunkach kontrolowanych, zalecono połykanie małych kęsów pokarmu stałego według przedstawionych wskazówek.

Czas nauki połykania oraz wypracowania autokontroli i automatyzacji właściwego sposobu połykania i ułożenia języka w spoczynku zależy od sprawności narządów mowy, kinestezji oralnej, motywacji i częstości ćwiczeń. Najczęściej u zmotywowanych dorosłych pacjentów trwa od kilku tygodni do kilku miesięcy (12).

- blowing a candle flame placed at 20–30 cm from the patient's face in a central position (first through a large and then a small “lip pout”);
- blowing as above, but through a “tube” from the tongue;
- bending a sheet of paper (A5 format) held centrally in front of one's face, with one's breath.

After surgery

The effectiveness of exercises increased, but there was a problem with lockjaw. Therefore, more breathing and articulatory exercises were applied, e.g. pronouncing vowels with the mouth wide open.

In addition to tongue exercises, the exercises to practice a vertical position of the tongue were added:

- holding a wafer (raisin, a piece of bread crust, etc.) with the tongue tip on the palate, while lowering and lifting the mandible at the same time;
- so-called “garage” – the tongue touches the palate (or the tongue tip touches the alveolar ridge), clenched teeth, closed lips, breathing via the nose.

The following exercises were added to exercises for lips:

- smocking, while keeping the jaws in the occlusal position;
- hiding the upper lip under the lower lip – and vice versa – with the jaws closed.

Teaching how to place the tongue at rest – a tip for the patient: the tip of the broad tongue should be placed on the palate, behind the upper teeth in the area of the incisive papilla (7). It is important to remember that this position should not be associated with excessive muscle tension, which often occurs during this activity. Exercises for the tongue vertical position, especially exercises with a wafer and “garage” described above are helpful for this.

Saliva swallowing – commands: collect saliva on your tongue, touch the palate with your tongue tip, clench your teeth, close your lips and while pressing firmly on the palate – swallow (11). Initially, the swallowing exercise can be performed in front of the mirror, with the lips slightly apart – so that the patient could have better control, also visual one, over the position and work of their tongue.

Water swallowing – when it was found that the patient had swallowed saliva under controlled conditions without effort and tension of the facial muscles, it was recommended to swallow a small amount of water according to the previous instructions.

Food swallowing – when it was found that the patient had swallowed water under controlled conditions without effort or tension of the facial muscles, it was recommended to swallow small pieces of solid food according to the instructions given above.

Duration of education how to swallow and how to develop self-monitoring and automation of the proper way of swallowing and tongue resting position depends on the

Poza opisanymi ćwiczeniami w zakresie ćwiczeń narządu żucia zalecano stopniowe przyjmowanie chrupków kukurydzianych – odgryzanie kęsów siekaczami, przesuwanie językiem w kierunku zębów przedtrzonowych i trzonowych, przeżuwanie, połykanie, po wcześniejszym przećwiczeniu tych czynności w gabinecie. Po kilku dniach wprowadzono jedzenie w podobny sposób słonych paluszków, zwracając szczególną uwagę na to, że pokarm jest stosunkowo twardy i żucie musi być bardzo uważne. Zalecono zjadanie kilku paluszków codziennie, zaznaczając, że należy to robić bez użycia rąk, przytrzymując je tylko wargami. Taka rehabilitacja jest przez pacjentów lubiana, nie kojarzy się z ćwiczeniami logopedycznymi, a bardzo dobrze wpływa na usprawnienie warg, żuchwy, języka i osiągnięcie prawidłowej kinestezji narządu żucia.

Zwrócono uwagę pacjentce na to, aby nie eliminowała ani nie unikała przyjmowania twardych pokarmów.

Ćwiczenia oddechowe

Wykonywane na stojąco – mają głównie na celu uruchomienie przepony; na siedząco – wypracowywanie umiejętności kierowania strumienia powietrza. Są też podstawą każdych ćwiczeń logopedycznych, gdyż m.in. wzmacniają kinestezję oralną. Od nich można też rozpocząć terapię szczękoscisku. Dzięki nim wypracowuje się i utrwała właściwy tor oddechowy. Do poprzednich ćwiczeń oddechowych dodano:

- ćwiczenia toru przeponowego, wykonywane najpierw na leżąco, potem na stojąco: unoszenie powłok brzusznych na wdechu, a obniżanie na wydechu (wdech i wydech nosem, następnie wdech nosem, wydech ustami).

Po maksymalnie 10 ćwiczeniach oddechowych zalecono wykonywanie innego rodzaju ćwiczeń, np. języka lub warg, by nie dopuścić do hiperwentylacji.

Diagnoza logopedyczna dwa lata po operacji

- Wymowa pacjentki była w pełni zrozumiała, przy czym stwierdzono:
 - ▶ zaburzenie artykulacji polegające na bocznej obustronnie wymowie głosek s, z, c, dz – odnotowano zatem zmianę rodzaju zniekształcenia głosek w stosunku do okresu przed operacją, ale poprawę brzmienia;
 - ▶ prawidłową wymowę głosek t, d, n – (poprawa);
 - ▶ ustąpienie szczękoscisku, szczególnie zauważalnego po operacji, najprawdopodobniej bezpośrednio spowodowanego długotrwałym noszeniem wyciągów międzyszczękowych; dzięki ćwiczeniom i samokontroli poprawa została odnotowana po ponad roku od zabiegu.
- Właściwy sposób oddychania.
- Ułożenie języka podczas połykania prawidłowe, choć pełna automatyzacja została odnotowana

performance of articulatory organs, oral kinesthesia, motivation and frequency of exercise. In motivated adult patients it lasts from a few weeks to several months, most frequently (12).

Apart from exercises such as exercises for the masticatory organ described above, it was recommended to eat corn puffs gradually – biting fragments off with incisors, moving them with the tongue towards premolars and molars, chewing, swallowing, after having practiced these activities at the medical office. After a few days it was recommended to eat salty sticks in a similar way, paying particular attention to the fact that the food is relatively hard and chewing must be very precise. It was recommended to eat several sticks daily, but while paying attention that this should be done without using one's hands and holding sticks only with one's lips. Such rehabilitation is favoured by patients, it is not associated with speech therapy exercises, and it has a very good effect on the improved performance of lips, mandible, tongue and it helps achieve proper kinesthesia of the masticatory system.

The patient's attention was drawn to the fact that she should not eliminate or avoid consuming hard food.

Respiratory exercises

Performed in a standing position – they are mainly aimed at activating the diaphragm; in a seating position – developing abilities to direct the airflow. They are also the basis for any speech therapy exercises, as they strengthen oral kinesthesia, among other things. Treatment for lockjaw can also start with such exercises. A proper breathing route can be developed and maintained with these exercises. Previous respiratory exercises were supplemented with the following:

- exercises for the diaphragm route, at first performed when lying down, then standing up: lifting the abdominal muscles on inhalation, and lowering on exhalation (inhalation and exhalation via the nose, then inhalation via the nose, exhalation via the mouth).

After a maximum of 10 respiratory exercises, it was recommended to do other exercises, e.g. for the tongue or lips, in order to prevent hyperventilation.

Speech therapy diagnosis two years after surgery

- The patient's pronunciation was fully understandable and the following were found:
 - ▶ articulation disorder consisting in the lateral pronunciation of phonemes s, z, c, dz on both sides – therefore, the type of phoneme distortion changed in relation to the preoperative period, but the sound improved;
 - ▶ correct pronunciation of phonemes t, d, n – (improvement);
 - ▶ regression of lockjaw, which was particularly noticeable after the surgery, and it was most probably directly related to the prolonged use of intermaxillary traction; thanks to exercises and

dopiero po dwóch latach (rok po zabiegu pacjentka prawidłowo połykała tylko w sytuacji świadomej kontroli).

- Ułożenie języka w spoczynku: koniec języka przy górnych zębach – pozycja wysoka według opisu Artese i in. – poprawa w stosunku do stanu wcześniejszego (7).

Dyskusja

Opisywane aktywne leczenie ortodontyczne trwało 2 lata i 3 miesiące (od marca 2015 do lipca 2017 roku). Terapia logopedyczna trwała dłużej, ze względu na kontrolę pozabiegową (grudzień 2015–wrzesień 2017, diagnoza kontrolna – październik 2018). W zakresie leczenia ortodontycznego rezultat oceniono na bardzo dobry. Uzyskano znaczną poprawę rysów twarzy, prawidłowy nagryz pionowy i poziomy, prawidłowe kontakty obu łuków zębowych. W zakresie terapii logopedycznej stwierdzono znaczną poprawę w zakresie artykulacji części głosek, zmianę sposobu niewłaściwej artykulacji części głosek, przy jednoczesnej poprawie ich brzmienia, oraz przejściową, trwającą około roku niepożądaną zmianę polegającą na mówieniu ze szczękosciskiem.

Zauważono, że pacjentka chętniej angażuje się w systematyczną terapię logopedyczną, jeśli usłyszy wyraźne wskazanie od ortodonta. Po osiągnięciu celu ortodontycznego opisywana pacjentka nie miała już motywacji do regularnej pracy z logopedą. Jej oczekiwania zostały w pełni zaspokojone, choć logopedzi widzieli możliwość dalszego doskonalenia artykulacji. Nadrzędny cel – wypracowanie prawidłowych funkcji języka związanych z połykaniem i ułożeniem spoczynkowym – został osiągnięty.

Brakuje opisów naukowych wyników leczenia ortodontyczno-chirurgicznego poważnych szkieletowych wad zgryzu na wymowę (5). Z punktu widzenia logopedów temat jest bardzo interesujący, ponieważ w żadnym innym wypadku (poza rozszczepami podniebienia i/lub warg oraz urazami) tak drastycznie nie zmieniają się warunki anatomiczne wpływające na artykulację (przy braku zmian w centralnym układzie nerwowym).

W dotychczasowych badaniach podkreślano poprawę artykulacji po operacjach ortognatycznych, ale wzmiankowane są także przypadki braku zmiany sposobu wymowy, jak i jej pogorszenia (5, 13, 14, 15). Z punktu widzenia ortodontycznego reedukacja przez terapię logopedyczną może wpływać na stabilizację wyników leczenia (15).

Autorki niniejszego opracowania uważają, że w przypadku współwystępowania wady zgryzu z wadą wymowy niezbędna jest ścisła korelacja leczenia ortodontycznego z terapią logopedyczną. Z taką opinią zgadzają się inni autorzy (1, 2, 3, 15). Jeśli u pacjenta stwierdza się obniżenie sprawności motorycznej narządu żucia, logopeda powinien zlecić odpowiednio dobrane ćwiczenia, by pomóc pacjentowi wypracować umiejętność prawidłowych funkcji fizjologicznych układu stomatognatycznego, takich, jak

self-monitoring, improvement was noted more than a year after the surgery.

- Proper breathing route.
- The position of the tongue while swallowing was correct, although full automation was noted only two years later (one year after the surgery the patient swallowed correctly only when she controlled it consciously).
- The tongue resting position: the tongue tip near the upper teeth – a high position as described by Artese et al. – improvement compared to the previous state (7).

Discussion

This active orthodontic treatment lasted 2 years and 3 months (between March 2015 and July 2017). Speech therapy lasted longer due to the postoperative follow-up (December 2015–September 2017, follow-up diagnosis – October 2018). Regarding orthodontic treatment, the outcomes were assessed as very good. Significant improvement of facial features, correct overbite and overjet, correct contacts of both dental arches were obtained. As far as speech therapy is concerned, the following were observed: significant improvement in the articulation of some phonemes, a change in the incorrect articulation of some phonemes with simultaneous improvement in their pronunciation, and an undesirable change consisting of speaking with lockjaw that was temporary, lasting about a year.

It was noticed that the patient was more willing to engage in systematic speech therapy if she received a clear recommendation from an orthodontist. After achieving an orthodontic goal, this patient was no longer motivated to work with a speech therapist on a regular basis. Her expectations were fully met, although speech therapists saw the possibility of further improvement of articulation. The primary goal of developing correct functions of the tongue related to swallowing and resting position has been achieved.

There are no scientific descriptions of the outcomes of orthodontic and surgical treatment of serious skeletal malocclusions in relation to pronunciation (5). From the point of view of speech therapists, the subject is very interesting, because in no other case (except for clefts of the palate and/or lips and injuries) anatomical conditions affecting articulation change so drastically (with no changes in the central nervous system).

Previous studies have highlighted improved articulation after orthognathic surgeries, but there are also cases showing no changes in pronunciation, as well as its deterioration (5, 13, 14, 15). From an orthodontic point of view, re-education through speech therapy may have an impact on the stabilisation of treatment outcomes (15).

połykanie czy ułożenie języka w spoczynku. Konieczne jest też wypracowanie właściwego toru oddechowego podczas oddychania statycznego, czyli nosem. Dzięki temu można łatwiej uzyskać właściwe ułożenie języka w spoczynku, a w konsekwencji – prawidłowe połykanie (2, 11, 12).

U niektórych pacjentów prawidłowy tor oddychania można wypracować przed operacją, u innych należy to zrobić niezwłocznie po operacji. Przeszkodami mogą być skrzywienie przegrody nosa lub alergia i jeśli te przeszkody nie zostaną usunięte, uzyskanie celu może być utrudnione lub niemożliwe. Niektórzy pacjenci przed operacją ortognatyczną nie mają warunków anatomicznych do poprawnego wykonywania czynności połykania, żucia czy gryzienia.

W okresie przed operacją właściwe jest wprowadzenie ćwiczeń oddechowych, ćwiczeń motoryki żuchwy, warg, języka, ewentualnie ćwiczeń połykania, o ile pacjent może swobodnie dotykać końcem języka do podniebienia w okolicy wału dziąsłowego.

Po uzyskaniu optymalnych warunków zgryzowych możliwe jest ćwiczenie odgryzania, żucia i połykania. W tym celu należy wykonywać zleczone i pokazane przez logopedę ćwiczenia, które pacjent musi regularnie powtarzać codziennie samodzielnie, dbając o właściwą precyzję ich wykonania.

Bezpośrednio po zabiegu chirurdzy szczękowo-twarzowi zalecają pacjentom spożywanie pokarmów papkowatych, ale w miarę szybkie przyjmowanie pokarmów stałych i ich delikatne gryzienie, które pozwoli na szybszy powrót funkcji. Pacjenci jednak boją się to robić, a często nie wiedzą, jak.

Należy więc wytłumaczyć pacjentowi, które zęby pełnią jaką funkcję, pokazać na sobie – np. jedząc kawałek bułki – odgryzanie, żucie, rozszarpywanie i wskazać różnicę pomiędzy tymi czynnościami. Tłumacząc funkcję czynności żucia, nie wolno zapomnieć o tym, że bierze w niej udział również język, który przesuwając pokarm. Warto zwrócić uwagę, czy pacjent w podobny sposób wykorzystuje obie strony łuków zębowych, prawą i lewą, nie preferując jednej z nich.

Wskazane jest, aby pacjentowi wyjątkowo ostrożnemu zalecić stopniowe wprowadzanie coraz mniej rozdrobnionych pokarmów i etapowe dojście do pokarmów typu chleb ze skórką, kotlet schabowy czy hamburger. Przykładowo: przejście od zup warzywnych, przez rozgotowane warzywa, warzywa na parze, aż do warzyw twardych. Od owoców najbardziej miękkich, typu banan, do twardszych, typu jabłko, gruszka. Niektórzy pacjenci, mimo dorosłego wieku, nigdy w życiu takich pokarmów nie próbowali. Jedli np. wyłącznie tłuczone ziemniaki (puree), mięso mielone, rozgniecione, chleb bez skórki, pokrojony na drobne kawałki, itp. Ustalenie dotychczasowego sposobu przyjmowania pokarmu przez pacjenta może być bardzo pomocne w dalszej rehabilitacji funkcji motorycznych.

The authors of this paper believe that in the case of coexistence of a malocclusion with a speech defect, a close correlation between orthodontic treatment and speech therapy is necessary. This opinion is shared by other authors (1, 2, 3, 15). If the patient is found to have reduced motor functions of the masticatory organ, a speech therapist should recommend appropriately tailored exercises to help the patient develop correct physiological functions of the stomatognathic system, such as swallowing or placing the tongue at rest. It is also necessary to develop a proper breathing route during static breathing, i.e. via the nose. As a result, it is easier to obtain a proper tongue resting position and consequently, correct swallowing (2, 11, 12).

In some patients a correct breathing route can be developed before the surgery, but in others it should be done immediately after the surgery. Obstacles can include deviation of the nasal septum or allergies, and if these obstacles are not removed, it may be difficult or impossible to reach the objective. Before the orthognathic surgery some patients do not have anatomical conditions for correct swallowing, chewing or biting.

In the period before the surgery it is recommended to introduce respiratory exercises, exercises for the motor functions of the mandible, lips, tongue, or swallowing exercises, provided that the patient can freely touch the palate near the alveolar ridge with the tongue tip.

When optimal occlusal conditions have been achieved, it is possible to practice biting off, chewing and swallowing. For this purpose, exercises ordered and shown by a speech therapist should be performed, and the patient must repeat them regularly every day on his or her own, paying attention to proper performance.

Immediately after the procedure, maxillofacial surgeons recommend that patients consume mushy foods, but as soon as possible they should start taking solid foods and chew them gently, as it will allow for a faster recovery. Patients; however, are afraid to do this and often do not know how to do it.

Therefore, it is necessary to explain to the patient which teeth perform what function, show this on oneself – e.g. while eating a piece of a bun – biting off, chewing, tearing, and indicate differences between these activities. When explaining chewing functions, it must not be forgotten that the tongue is also involved in this activity as it moves food. It is worth observing whether the patient uses both sides of dental arches, right and left, in a similar way, without preferring any of them.

It is advisable to recommend to a particularly cautious patient to gradually introduce less and less mushy food and to gradually consume such foods as bread with crust, pork cutlet or hamburger. For example, transition from vegetable soups, through cooked vegetables, steamed vegetables to hard vegetables. From the softest fruit, such as bananas, to harder fruit, such as apples, pears. Some patients, despite being adults, have never tried such foods in their lives. They consumed only mashed potatoes (puree), minced meat, crushed meat, bread

Wnioski

1. Współpraca ortodontyczno-logopedyczna rozpoczęła się w okresie przygotowania pacjentki do zabiegu ortognatycznego i trwała przez cały okres przygotowawczy oraz pooperacyjny, aż do uzyskania stabilnych efektów satysfakcjonujących pacjentkę.
2. W ramach takiej współpracy najistotniejsza była reedukacja w zakresie funkcji fizjologicznych (oddychania, połykania, ułożenia języka w spoczynku) narządu żucia i zalecenia dotyczące sposobu przyjmowania pokarmów oraz poprawy artykulacji.
3. Autorki niniejszego opracowania uważają, że skorelowanie leczenia ortodontyczno-chirurgicznego z terapią logopedyczną jest korzystne dla pacjenta.
4. Zauważono, że pacjent chętniej angażuje się w systematyczną terapię logopedyczną, jeśli usłyszy wyraźne wskazanie od ortodonta.
5. Przedstawione przykładowe ćwiczenia logopedyczne ukazano wraz z ich opisem, ponieważ ortodonta nie zawsze ma możliwość stałej współpracy z logopedą. Intencją autorek było wskazanie potrzeby tych ćwiczeń i umożliwienie ich zalecenia oraz zastosowania również przez samych ortodontów.

without crust, cut into small pieces, etc. Regarding further rehabilitation of motor functions, it may be very helpful to determine a method of food intake by the patient used so far.

Conclusions

1. Cooperation between an orthodontist and speech therapist began when the patient was prepared for the orthognathic procedure and lasted throughout the whole preparation and postoperative period, until stable outcomes satisfactory to the patient were achieved.
2. The most important part of such cooperation included re-education regarding physiological functions (breathing, swallowing, tongue resting position) of the masticatory organ and recommendations concerning the method of food intake and improvement of articulation.
3. The authors of this study believe that correlation of orthodontic and surgical treatment with speech therapy is beneficial for patients.
4. It was noticed that patients were more willing to engage in systematic speech therapy if they received a clear recommendation from an orthodontist.
5. These presented examples of speech therapy exercises are shown together with their descriptions, because an orthodontist is not always able to cooperate with a speech therapist on a regular basis. The authors wanted to indicate the need to introduce these exercises and to enable their recommendation and use also by orthodontists themselves.

Piśmiennictwo / References

1. Mackiewicz B. Współzależność wad zgryzu i wymowy na tle przyczynowym. *Mag Stomatol* 1992; 2: 28-30.
2. Mackiewicz B. Dysglosja jako jeden z objawów zespołu oddechowo-polykowego. Wydawnictwo UG 2002.
3. Raftowicz-Wójcik K, Matthews-Brzozowska T. Wady zgryzu a wady wymowy – przegląd piśmiennictwa. *Dent Med Probl* 2005; 1: 149-54.
4. Sołtys-Chmielowicz A. Standard postępowania logopedycznego w przypadku dyslalii. *Logopedia* 2008; 37: 59-9.
5. Hassan T, Naini FB, Gill SD. The effects of orthognathic surgery on speech: a review. *J Oral Maxillofac Surg* 2007; 65: 2536-43.
6. Łabiszewska-Jaruzelska F. Etiologia zaburzeń w obrębie narządu żucia, w: Rocławski B. (red.) *Opieka logopedyczna od poczęcia*. Glottispol 1998; 35-48.
7. Artese A, Drummond S, Mendes do Nascimento J, Artese F. Criteria for diagnosing and treating anterior open bite with stability. *Dent Press J Orthod* 2011; 16: 136-61.
8. Brodie A. Anatomy and physiology of head and neck musculature. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1950; 11: 831-44.
9. Cuzzo G. Hyoid positioning during deglutition following forced positioning of the tongue. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1975; 68: 564-70.
10. Gobeille D. Hyoid and muscle changes following distal repositioning of the tongue. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1973; 70: 282-9.
11. Mackiewicz B. Wskazówki do nauki prawidłowego połykania w wadach zgryzu i wymowy u dzieci, w: Rocławski B. (red.) *Opieka logopedyczna od poczęcia*. Glottispol 1998: 77-83.
12. Pisulska-Otremba A. Reedukacja, w: Rocławski B. (red.) *Opieka logopedyczna od poczęcia*. Glottispol 1998: 53-67.
13. Ruscello DM, Tekieli ME, Jakomis T, Cook L, Van Sickels JE. The effects of orthognathic surgery on speech production. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1986; 89: 237-43.
14. Hu W, Zhou Y, Fu M. Effect of skeletal Class III malocclusion on speech articulation. *Chin J Stomatol* 1997; 32: 344-6.
15. Gallerano G, Ruoppolo G, Silvestri A. Myofunctional and speech rehabilitation after orthodontic-surgical treatment of dento-maxillofacial dysgnathia. *Progress in Orthodontics* 2012; 3: 57-68.

Proteza dziecięca nowej generacji wykonana w technologii 3D – opis przypadku

New generation children's denture obtained with 3D technology – a case report

Ivo Domagała¹ **A B D E F** (ORCID ID: 0000-0002-7976-0605)

Marcel Firlej² **A B D E F** (ORCID ID: 0000-0002-4680-0770)

Ewa Firlej³ **A B D E F** (ORCID ID: 0000-0002-4070-1210)

Anna Szponar-Żurowska⁴ **A B D E F** (ORCID ID: 0000-0002-9226-1704)

Barbara Biedziak⁵ **A B D E F** (ORCID ID: 0000-0002-6150-9957)

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

^{1,2,3,4,5} Klinika Wad Rozwojowych Twarzy, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu
Department of Facial Developmental Defects, Karol Marcinkowski Medical University in Poznań

Streszczenie

Utrata zębów mlecznych u dzieci z powodu procesu próchnicowego stanowi nadal problem kliniczny. W celu odtworzenia ciągłości łuków zębowych i przywrócenia okluzji wykonuje się różnego rodzaju protezy dziecięce lub aparaty ortodontyczne, które warunkują dalszy prawidłowy rozwój narządu żucia. Intensywny rozwój technologii cyfrowej stwarza możliwości wykonywania precyzyjnych prac protetycznych i aparatów ortodontycznych z materiałów nowej generacji. Tradycyjne wyciski, służące do wykonania modeli gipsowych,

Abstract

In children, loss of deciduous teeth due to caries is still a clinical problem. In order to restore the continuity of dental arches and to restore occlusion various types of children's dentures or orthodontic appliances have been made because they determine further correct development of the masticatory organ. Thanks to intensive development of digital technology it is possible to manufacture precise prosthetic restorations and orthodontic appliances using new generation materials. Traditional impressions used to

¹ Lek. dent. / DDS

² Lek. dent. / DDS

³ Lek. dent., specjalista ortodonta / DDS, specialist in orthodontics

⁴ Dr n. med., specjalista ortodonta / PhD, specialist in orthodontics

⁵ Dr hab. n. med., specjalista ortodonta, Kierownik Kliniki Wad Rozwojowych Twarzy / PhD, specialist in orthodontics, Head of the Department of Facial Developmental Defects

Dane do korespondencji/Correspondence address:

Klinika Wad Rozwojowych Twarzy

Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

ul. Bukowska 70, Poznań

e-mail: Ivo.m.domagala@gmail.com

są zastępowane cyfrowymi odpowiednikami /skanami/ i modelami wirtualnymi. Odpowiednie oprogramowanie daje możliwość dokładnego planowania przestrzennego i wytwarzania prac w nowoczesnych technologiach cyfrowych. **Cel.** Celem pracy było prezentacja wykonania protezy dziecięcej spełniającej rolę utrzymywacza przestrzeni, przy użyciu nowoczesnej technologii cyfrowej i nowego materiału polieteroeteroketonu (PEEK). **Materiał i metody.** Materiał pracy stanowiły modele wirtualne uzyskane na podstawie skanów wewnątrzustnych oraz proteza dziecięca wykonana w technologii komputerowego frezowania. W procesie laboratoryjnym zastosowano nowoczesny materiał PEEK. **Wyniki.** Dzięki zastosowaniu technologii cyfrowej i nowoczesnego materiału uzyskano precyzyjne, funkcjonalne i estetyczne uzupełnienie protetyczne. **Wnioski.** Technologia cyfrowa i materiał PEEK mogą być alternatywą dla tradycyjnych rozwiązań w ortodoncji, zastępując powszechne materiały wyciskowe i gips dentystyczny oraz metal. Rozwój urządzeń do skanowania, a w szczególności skrócenie czasu skanowania, zmniejszenie rozmiaru głowic skanujących oraz obniżanie cen skanerów z pewnością spowodują, że ta technologia będzie coraz częściej stosowana przez lekarzy. (Domagała I, Firlej M, Firlej E, Szponar-Żurowska A, Biedziak B. Proteza dziecięca nowej generacji wykonana w technologii 3D – opis przypadku. *Forum Ortod 2019; 15: 153-8*).

Nadesłano: 19.02.2019

Przyjęto do druku: 14.05.2019

Słowa kluczowe: PEEK, system CAD/CAM, utrzymywacz przestrzeni

Wstęp

W ostatnich latach w medycynie obserwuje się intensywny rozwój technologii 3D, dlatego w coraz powszechniejszym użyciu są skanery wewnątrzustne i skanery twarzy służące do przestrzennego obrazowania jamy ustnej i twarzy. Dzięki tym narzędziom diagnostyka staje się coraz bardziej precyzyjna. Równocześnie pojawiają się materiały nowej generacji, które są wypadkową rozwoju technologii 3D.

Jednym z obiecujących nowych materiałów jest PEEK (polieteroeteroketon). Jest to wielopierścieniowy, aromatyczny i termoplastyczny polimer, który ma liniową strukturę. PEEK ma dobre właściwości mechaniczne, a zwłaszcza cechuje się odpornością na wysoką temperaturę i hydrolizę, dzięki czemu nadaje się do sterylizacji. Ponadto, ze względu na bardzo dobrą tolerancję tkankową, nie ma cech materiału kancerogennego (1). Najbardziej charakterystyczną cechą PEEK jest niski moduł sprężystości, zbliżony do modułu kości (3,6 GPa), dlatego pierwsze zastosowanie PEEK miało miejsce w ortopedii, jako materiału zastępującego tkankę kostną do wykonywania protez ortopedycznych takich struktur, jak kręgi, staw biodrowy,

create gypsum models are replaced with digital equivalents /scans/ and virtual models. Using appropriate software it is possible to prepare a precise spatial design and to manufacture devices using modern digital technologies. **Aim.** The aim of the paper was to present a children's denture acting as a space maintainer using modern digital technology and new material: polyetheretherketone (PEEK). **Material and methods.** The material used in the work included virtual models obtained based on intraoral scans and a children's denture manufactured using digital milling technology. Modern material PEEK was used in laboratory processing. **Results.** Using digital technology and modern material precise, functional and aesthetic prosthetic restoration was obtained. **Conclusions.** Digital technology and PEEK may be alternatives to traditional solutions in orthodontics and they can replace commonly used impression materials, dental gypsum and metal. The development of scanners, and in particular shortening the scanning time, reducing the size of scanning heads and lowering the price of scanners will certainly make this technology more and more popular among doctors. (Domagała I, Firlej M, Firlej E, Szponar-Żurowska A, Biedziak B. New generation children's denture obtained with 3D technology – a case report. *Orthod Forum 2019; 15: 153-8*).

Received: 19.02.2019

Accepted: 14.05.2019

Key words: PEEK, CAD/CAM system, space maintainer

Introduction

In recent years, medicine has seen intensive development of 3D technology, therefore the use of intraoral scanners and facial scanners for spatial imaging of the oral cavity and face is becoming more and more common. With these tools, diagnosis has become more and more precise. At the same time, new generation materials are emerging, which are the result of the development of 3D technology.

PEEK (polyetheretherketone) is one of the promising new materials. It is a polycyclic, aromatic and thermoplastic polymer with a linear structure. PEEK has good mechanical properties and is particularly resistant to high temperatures and hydrolysis, therefore it is suitable for sterilisation. In addition, as it is extremely well tolerated by tissues, it does not have the properties of a carcinogenic material (1). The most characteristic feature of PEEK is its low elastic modulus, similar to that of bone (3.6 GPa), therefore the first use of PEEK was in orthopaedics, as replacement for bone tissue for orthopaedic prostheses of such structures as vertebrae, hip joint and knee joint. Polyetheretherketone is a material resistant to mechanical injuries and fractures. It also shows a low degree of adhesion to the bacterial biofilm, and therefore its use seems to be highly interesting in dentistry (1, 2).

New generation children's denture obtained with 3D technology – a case report

staw kolanowy. Polieteroeteroketon jest materiałem odpornym na urazy mechaniczne i złamania. Wykazuje także niski stopień adhezji do biofilmu bakteryjnego, co sprawia, że budzi duże zainteresowanie w stomatologii (1, 2).

Do tej pory zabieg rekonstrukcji utraconych struktur kostnych odbywał się przy wykorzystaniu fragmentów kości pobranych od pacjenta i ręcznie modelowanych przez operatora. Niestety, bardzo często dochodziło do resorpcji przeszczepów w okresie trudnym do przewidzenia, dlatego nowoczesnym rozwiązaniem terapeutycznym wydają się być implanty wykonywane w technologii 3D. Dzięki tej technice, na podstawie skanów oraz tomografii komputerowej, możliwe stało się stworzenie złożonego, indywidualnego implantu odtwarzającego równocześnie kilka kości (3).

Materiał PEEK znalazł szerokie zastosowanie również w protetyce stomatologicznej. Przy użyciu skanerów wewnątrzustnych i technologii druku 3D możliwe stało się wykorzystanie polieteroeteroketonu w wykonywaniu uzupełnień protetycznych, takich jak pojedyncze klamry protetyczne, protezy szkieletowe, korony teleskopowe, korony, endokorony, mosty, łączniki i belki w implantologii (4, 5, 6, 7, 8). W ortodontacji znajduje on zastosowanie jako materiał zastępujący metal. Zachrisson oraz Doldo i wsp. opisali technologię wytwarzania retainerów nowej generacji wykonanych z PEEK. Autorzy podkreślają, że oprócz walorów estetycznych, ostatnio tak bardzo ważnych dla pacjenta, materiał wykazuje biogodność, odpowiednią wytrzymałość i sprężystość (9, 10). Technologia 3D pozwala na precyzyjne odwzorowanie kształtu zębów, dzięki czemu uzyskuje się bardzo dokładne przyleganie do ich powierzchni. Ponadto gładka struktura retainerów wykonanych z PEEK zapobiega osadzaniu się płytki nazębnej, chroniąc tkanki przyzębia.

Cel

Celem pracy jest przedstawienie zastosowania nowoczesnych technologii 3D oraz materiału PEEK wykorzystanego przy wykonaniu utrzymywacza przestrzeni.

Materiał i metody

Materiał pracy stanowiły modele wirtualne wykonane na podstawie skanów wewnątrzustnych, wykonane przy użyciu skanera wewnątrzustnego 3Shape TRIOS.

Opis przypadku

Dziecko w wieku 5 lat i 5 miesięcy zgłosiło się do Kliniki Wad Rozwojowych Twarzy w Poznaniu po utracie zęba 84 w wyniku procesu próchnicowego. Zaplanowano wykonanie utrzymywacza przestrzeni, z uzupełnieniem protetycznym utraconego zęba, w celu odtworzenia ciągłości łuku zębowego i kontaktów przeciwstawnych. Protezę dziecięcą wykonano w technologii 3D i zamiast tradycyjnych wycisków wykonano

Until now, the reconstruction of lost bone structures has been performed using bone fragments collected from the patient and manually modelled by the operator. Unfortunately, transplant resorption was very often observed in a period that was difficult to predict, therefore 3D implants seem to be a modern therapeutic solution. Thanks to this technique, on the basis of scans and computed tomography, it has become possible to create a complex, individual implant that can be used for the reconstruction of several bones at the same time (3).

PEEK has been also widely used in dental prosthetics. Using intraoral scanners and 3D printing technology, it has become possible to use polyetheretherketone for prosthetic restorations such as single prosthetic brackets, skeletal dentures, telescopic crowns, crowns, endocrowns, bridges, connectors and beams in implantology (4, 5, 6, 7, 8). In orthodontics, it is used as metal replacement. Zachrisson and Doldo et al. described the technology of manufacturing new generation retainers made of PEEK. The authors emphasise that apart from the aesthetic values, which have recently become so important for patients, the material shows biocompatibility, adequate strength and elasticity (9, 10). 3D technology allows for precise representation of the shape of teeth, and consequently, very precise adhesion to their surface can be achieved. In addition, the smooth structure of PEEK retainers prevents plaque build-up, protecting the periodontal tissues.

Aim

The aim of the work is to present the application of modern 3D technologies and PEEK used in the manufacture of a space maintainer.

Material and methods

The work material consisted of virtual models made on the basis of intraoral scans, made with the 3Shape TRIOS intraoral scanner.

Case report

A child aged 5 years and 5 months was admitted to the Department of Facial Developmental Defects in Poznań after loss of the tooth 84 as a result of caries. A space maintainer with prosthetic restoration of a lost tooth was planned in order to restore the continuity of the dental arch and contacts on antagonist teeth. The child's denture was made in 3D technology and digital models were made instead of traditional impressions. Using the 3Shape TRIOS scanner, anatomical conditions of dental arches (Fig. 1. a, b) and their mutual relations in occlusion (Fig. 2. a, b, c) were represented.

Then, the images were sent digitally to a prosthetic laboratory. Thanks to the use of CAD compatible software,

modele cyfrowe. Przy użyciu skanera 3Shape TRIOS odwzorowano warunki anatomiczne łuków zębowych (Ryc. 1. a, b) i ich wzajemne relacje w zgryzie (Ryc. 2. a, b, c).

Następnie obrazy zostały przesłane drogą cyfrową do laboratorium protetycznego. Dzięki zastosowaniu zgodnego oprogramowania CAD możliwe było zaprojektowanie protezy na przesłanych plikach (Ryc. 3. a, b).

Konstrukcja protezy została zaplanowana po analizie wypukłości zębów i miejsc retencyjnych dla wzmocnienia utrzymania. Następnie plik z projektem protezy przesłano do frezarki, która wycięła utrzymywacz przestrzeni z bloku materiału PEEK. W drugim etapie zamontowano ząb akrylanowy dla odtworzenia funkcji i punktów styčných dla zębów antagonistycznych (Ryc. 4.).

Następnie wykonano kondycjonowanie wewnętrznej powierzchni protezy przez wypiaskowanie tlenkiem aluminium o średnicy 110 µm pod ciśnieniem 2,5 bara, dbając o to, aby dysza nie znajdowała się w większej odległości niż 3 cm od obiektu. Kolejnym etapem laboratoryjnym było nałożenie światłoutwardzalnego PMMA & Kompozyt Primer „visio.link” i jego utwardzenie przez 90 sekund dla zwiększenia retencji z tkankami zęba.

Po otrzymaniu protezy z laboratorium oczyszczono powierzchnie zębów przy użyciu szczoteczki rotacyjnej i pasty polerskiej bez fluoru. Po wypolerowaniu zęby filarowe protezy zostały odizolowane od reszty jamy ustnej w celu wytrawienia ich 36% kwasem ortofosforowym przez 30 sekund. Ze względu na tymczasowy charakter pracy, aby zmniejszyć siłę adhezji, nie użyto primera ani bondu (11, 12). Ostatecznym krokiem na etapie cementowania było użycie kompozytu typu flow jako materiału łączącego. Po osadzeniu protezy sprawdzono okluzję (Ryc. 5. a, b).

Dyskusja

Revolucja w stomatologii dokonuje się na naszych oczach. Metody cyfrowe są coraz dokładniejsze, a ich dostępność stale rośnie. Te nowoczesne techniki dają możliwość stosowania materiałów, które do tej pory nie znajdowały zastosowania w ortodoncji. Dalszy rozwój materiałów ortodontycznych dedykowanych dla technologii cyfrowych skupia się wokół poprawy ich niedoskonałości, które w ich wcześniejszych zastosowaniach, np. w ortopedii, nie grały ważnej roli. Jednym z takich zagadnień jest estetyka uzupełnień wykonanych z polieteroeteroketonu, która wymaga jeszcze poprawy, jeśli ma znaleźć zastosowanie w estetycznych aparatach ortodontycznych (1). Badania z zastosowaniem materiału PEEK w ortodoncji są jak na razie bardzo nieliczne, dlatego konieczne jest dalsze pogłębianie naszej wiedzy o tym materiale. Możliwe są również zastosowania druku 3D jako alternatywy do prac frezowanych z tego materiału. Skanery wewnątrzustne stanowią alternatywę dla tradycyjnych metod pobierania wycisków. Do ich zalet należą: przyspieszenie wykonania

it was possible to design a denture using the uploaded files (Fig. 3. a, b).

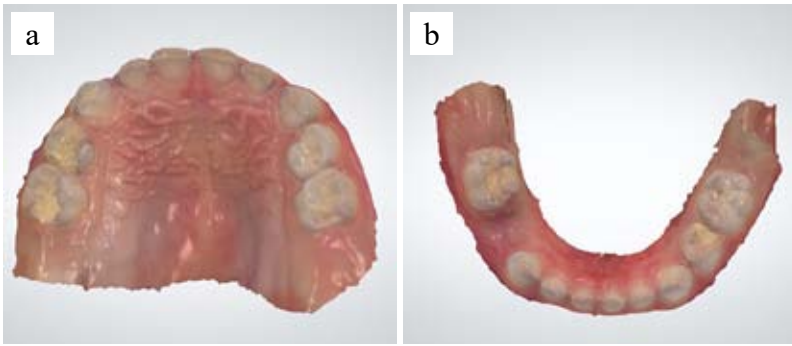
The construction of a denture was designed after the analysis of convexity of teeth and retention sites to strengthen the support. The file with a denture design was then sent to a milling machine that cut the space maintainer out of a PEEK block. In the second stage, an acrylic tooth was mounted to restore the functions and contact points for antagonist teeth (Fig. 4.).

Then, the internal surface of the denture was conditioned by sandblasting with aluminium oxide with the diameter of 110 µm at a pressure of 2.5 bar, ensuring that the nozzle was not further away than 3 cm from the object. The next laboratory step included the application of light-curing PMMA & Composite Primer “visio.link” and its curing for 90 seconds in order to increase retention with tooth tissues.

When the denture was received from the laboratory, tooth surfaces were cleaned with a rotary brush and a fluoride-free polishing paste. After polishing, the pillar teeth of the denture were isolated from the rest of the oral cavity in order to etch them with 36% orthophosphoric acid for 30 seconds. Due to the temporary nature of the denture, neither primer nor bonding was used to reduce adhesion (11, 12). The final step at the cementation stage was the use of flow composite as bonding material. The occlusion was evaluated after the denture was placed (Fig. 5. a, b).

Discussion

The revolution in dentistry is happening right in front of our eyes. Digital methods are becoming more and more accurate, and their availability is constantly increasing. These modern techniques make it possible to use materials that have not been used in orthodontics so far. Further development of orthodontic materials dedicated for digital technologies focuses on improving their disadvantages, which did not play an important role in previous applications, for example in orthopaedics. One such issue is the aesthetics of restorations made of polyetheretherketone, which still needs to be improved if it is to be used in aesthetic orthodontic appliances (1). Studies on the use of PEEK in orthodontics have so far been very limited, therefore it is necessary to further deepen our knowledge about this material. It is also possible to use 3D printing as an alternative to elements milled from this material. Intraoral scanners are an alternative to traditional methods of taking impressions. Their advantages include: acceleration of production in a prosthetic laboratory, a possibility of precise evaluation of scans taken, better acceptance of this medical procedure by patients, as well as the sterility of individual stages of work (13). An additional advantage of digital impressions over traditional ones is that colours can be easily matched when using colour scanners. During laboratory processing, when using the right CAD software it is easier to change a design of the denture compared to traditional methods. The new technology will certainly continue to grow



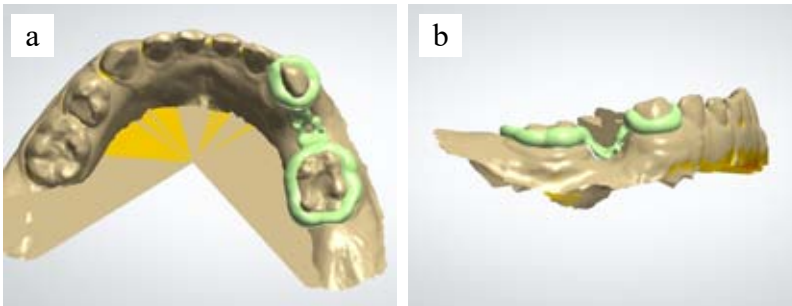
Rycina 1. ab. Skany wewnątrzustne: a) górnego i b) dolnego łuku zębowego.

Figure 1. ab. Intraoral scans of: a) upper and b) lower dental arch.



Rycina 2. abc. Modele wirtualne: a) widok z przodu, b) strona prawa, c) strona lewa.

Figure 2. abc. Virtual models: a) front view, b) right side, c) left side.



Rycina 3. ab. Cyfrowy project konstrukcji protezy: a) widok od strony żującej, b) widok od strony przedsionka jamy ustnej.

Figure 3. ab. Digital design of the denture construction: a) view from the chewing side, b) view from the side of the oral vestibule.



Rycina 4. Fotografia utrzymywacza przestrzeni.

Figure 4. Photo of a space maintainer.

Rycina 5. ab. Fotografia wewnątrzustna zacementowanej protezy dziecięcej: a) widok od strony żującej, b) widok od strony przedsionkowej jamy ustnej.

Figure 5. ab. Intraoral photograph of a cemented child's denture: a) view from the chewing side, b) view from the vestibular side of the oral cavity.

prac w laboratorium protetycznym, możliwość precyzyjnej oceny pobranych skanów, lepsza akceptacja tej procedury medycznej przez pacjentów, a także jałowość poszczególnych etapów pracy (13). Dodatkową przewagą wycisków cyfrowych nad tradycyjnymi jest ułatwienie dobrania koloru

rapidly, providing ever more accuracy and acceleration of the scanning process, which is now comparable to traditional impressions in terms of duration.

w przypadku pracy skanerami kolorowymi. W trakcie obróbki laboratoryjnej, przy użyciu właściwego oprogramowania typu CAD, istnieje możliwość łatwiejszej zmiany projektu pracy, niż przy zastosowaniu tradycyjnych metod. Nowa technologia z pewnością będzie dalej dynamicznie się rozwijać, zapewniając coraz większą dokładność i przyspieszenie procedury skanowania, która czasowo jest teraz porównywalna z tradycyjnym wyciskiem.

Wyniki

W opisywanym przypadku zastosowanie nowoczesnych technik i materiałów umożliwiło stworzenie precyzyjnej, funkcjonalnej pracy, przy jednoczesnym spełnieniu funkcji estetycznej.

Wnioski

Materiał PEEK może z powodzeniem znaleźć zastosowanie w nowoczesnej, cyfrowej ortodontcji XXI wieku. Daje nowe możliwości tworzenia protez dziecięcych, które charakteryzuje doskonała właściwość biozgodna, oraz pełniących również rolę utrzymywaczy przestrzeni. Ważną cechą tego materiału jest niski poziom adhezji do biofilmu, co redukuje osadzanie się płytki nazębnej. Dzięki wykorzystaniu technik cyfrowych proces wykonania protez dziecięcych może być przyjemniejszy dla dziecka, stomatologa jak i technika dentystycznego. Konieczne są oczywiście długofalowe obserwacje i analizy w przypadku zastosowania polieteroeteroketonu zarówno w ortodontcji, jak i w innych dziedzinach stomatologii, w których ta technologia okazuje się być alternatywą dla dotychczas stosowanych stopów metali.

Results

In this case report, the use of modern techniques and materials made it possible to create a precise, functional denture, and at the same time aesthetic functions were also met.

Conclusions

PEEK can be successfully used in modern, digital orthodontics of the 21st century. It gives new possibilities to create children's dentures, which are characterised by excellent biocompatibility, and they can also act as space maintainers. An important feature of this material is its low degree of adhesion to the biofilm, consequently, plaque build-up is reduced. Thanks to the use of digital techniques, the process of making children's dentures can be more pleasant for a child, dentist and a dental technician alike. Long-term follow-up and analyses are of course necessary for the use of polyetheretherketone in orthodontics as well as in other fields of dentistry in which this technology has proven to be an alternative to metal alloys used so far.

Piśmiennictwo / References

1. Ierardo G, Luzzi V, Lesti M, Voza I, Brugnoletti O, Polimeni A, Bossù M. Peek polymer in orthodontics: A pilot study on children. *J Clin Exp Dent* 2017; 9: 1271-5.
2. Skirbutis G, Dzingutė A, Masiliūnaitė V, Šulcaitė G, Žilinskas J. PEEK polymer's properties and its use in prosthodontics. A review. *Stomatol, Baltic Dent Maxillofac J* 2018; 20: 54-8.
3. Kurtz S, Devine J. Peek Biomaterials in Trauma, Orthopedic, and Spinal Implants. *Biomaterials* 2007; 28: 4845-69.
4. Ichikawa T, Kurahashi K, Liu L, Matsuda T, Ishida Y. Use of a Polyetheretherketone Clasp Retainer for Removable Partial Denture: A Case Report. *Dent J* 2019; 7: 4.
5. Tekin S, Cangül S, Adıgüzel Ö, Değer Y. Areas for use of PEEK material in dentistry. *Int Dent Res* 2018; 8: 84-92.
6. Jaros O, Pinheiro De Carvalho G, Franco A, Kreve S, Lopes P, Dias S. Biomechanical Behavior of an Implant System Using Polyether Ether Ketone Bar: Finite Element Analysis. *J Int Soc Prev Community Dent* 2018; 8: 446-50.
7. Bakiri E, Polyzois G, Zoidis P. Using Modified Polyetheretherketone (PEEK) as an Alternative Material for Endocrown Restorations: a short-term clinical report. *J Prosthet Dent* 2017; 117: 335-9.
8. Stawarczyk B, Beuer F, Wimmer T, Jahn D, Sener B, Roos M. Polyetheretherketone-a suitable material for fixed dental prostheses? *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2013; 101: 1209-16.
9. Maekawa M, Kanno Z, Wada T, Hongo T, Doi H, Hanawa T, Ono T, Uo M. Mechanical properties of orthodontic wires made of super engineering plastic. *Dental Materials J* 2015; 34: 114-9.
10. Doldo T, Di Vece L, Ferrari Cagidiaco E, Nuti N, Parrini S, Carboncini F, Ferrari M. A new generation of orthodontic retainer using 3D printing technology: report of two cases. *J Osseointegr* 2018; 10: 142-8.
11. Eichberger M. The Effect of Surface Modification On the Retention Strength of Polyetheretherketone Crowns Adhesively Bonded to Dentin Abutments [Internet]. *J Prosthet Dent* 2014; 112: 1489-97.
12. Zhou L, Qien Y, Zhu Y, Liu H, Gan K, Guo J. The effect of different surface treatments on the bond strength of PEEK composite materials. *Dent Mater J* 2014; 30: 209-15.
13. Groth Ch, Kravitz N, Jones P, Graham J, Redmond R. Three-Dimensional Printing Technology. *J Clin Orthod* 2014; 48: 475-85.

Zastosowanie tymczasowego wewnątrzustnego zakotwienia szkieletowego (TISAD) w celu ortodontycznego zamykania przestrzeni po pierwszych zębach przedtrzonowych w szczęce utraconych w wyniku urazu
Opis przypadku

The use of temporary intraoral skeletal anchorage (TISAD) for orthodontic closure of gaps from first maxillary molars lost as a result of an injury
Case report

Adam Angerman¹ **A****B****D** (ORCID ID: 0000-0002-8997-2759)
Jolanta Jarka² **D****E****F** (ORCID ID: 0000-001-7987-3274)

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} Prywatna praktyka
Private practice

Streszczenie

Z analizy danych wynika, że około 25% dzieci w wieku szkolnym doświadcza urazów zębów. Bardzo często przyczyną tych urazów jest uprawianie przez nie sportu. Wprawdzie tylko około 4% to urazy poważne, ale niosą one ze sobą znaczące konsekwencje. Utrata zęba/zębów zawsze, a w wieku rozwojowym w szczególności, może prowadzić do ubytków kości wyrostka zębodołowego oraz przemieszczenia zębów sąsiednich. **Cel.** Celem pracy było przedstawienie postępowania polegającego na ortodontycznym zamykaniu luk po utracie dwóch pierwszych zębów przedtrzonowych w szczęce za pomocą zakotwienia szkieletowego u 14,5-letniej pacjentki. **Opis przypadku.** Do leczenia zgłosiła się 14,5-letnia pacjentka,

Abstract

The analysis of data shows that about 25% of schoolchildren experience tooth injuries. Sport is a very common cause of such injuries. Although only 4% of these injuries are serious, they are associated with significant consequences. Loss of a tooth/teeth always and especially at the developmental age may lead to loss of the alveolar process bone and movements of adjacent teeth. **Aim.** The aim of the paper was to present management including orthodontic closure of gaps after loss of two first premolars in the maxilla using skeletal anchorage in a 14.5-year-old female patient. **Case report.** A 14.5-year-old female patient who had suffered an injury to the facial skeleton as a result of getting kicked by

¹ Lek. dent., specjalizujący się w ortodoncji / DDS, postgraduate student

² Lek. dent., specjalista ortodonta / DDS, specialist in orthodontics

Dane do korespondencji/Correspondence address:

Ortodoncja Jolanta Jarka

ul. Nysy Łużyckiej 9A

45-034 Opole

e-mail: recepcja@ortodonta.opole.pl

która doznała urazu w obrębie twarzoczaszki w wyniku kopnięcia przez konia. Z dokumentacji i wywiadu lekarskiego wynikało, że konsekwencją tego zdarzenia było usunięcie przez stomatologa dwóch najbardziej uszkodzonych zębów – obydwu pierwszych stałych przedtrzonowców w szczęce. Wobec pacjentki zastosowano postępowanie polegające na zamknięciu powstałych przestrzeni po utraconych zębach przez mezjalizację drugich przedtrzonowców i pierwszych oraz drugich trzonowców, z zastosowaniem zakotwienia szkieletowego. Materiał stanowiła dokumentacja medyczna: karta ortodontyczna, modele diagnostyczne oraz zdjęcia radiologiczne i fotografie pacjentki. **Wyniki.** Uzyskano satysfakcjonujący wynik estetyczny i funkcjonalny pomimo tego, że przed leczeniem pacjentka miała normę zgryzową. **Wnioski.** Ortodontyczne zamykanie luk po utraconych w wyniku urazu zębach stałych u pacjentów w wieku rozwojowym może być rekomendowane jako jedna z alternatywnych metod postępowania. Zastosowanie tymczasowego wewnątrzustnego zakotwienia szkieletowego TISAD pozwala na przemieszczanie grup zębów i zarazem uniknięcie niekorzystnej zmiany położenia zębów będących w zgryzie prawidłowym. **(Angerman A, Jarka J. Zastosowanie tymczasowego wewnątrzustnego zakotwienia szkieletowego (TISAD) w celu ortodontycznego zamykania przestrzeni po pierwszych zębach przedtrzonowych w szczęce utraconych w wyniku urazu. Opis przypadku. Forum Ortod 2019; 15: 159-70).**

Nadesłano: 01.04.2019

Przyjęto do druku: 07.06.2019

Słowa kluczowe: braki zębowe, ortodontyczne zamykanie braków, tymczasowe wewnątrzustne zakotwienie szkieletowe (TISAD), urazy zębów

Wstęp

Z analizy danych wynika, że około 25% dzieci w wieku szkolnym doświadcza urazów zębów. Dwa razy częściej zdarza się to chłopcom niż dziewczynkom (1). Najczęściej (94,7%) kontuzji ulegają przyśrodkowe górne siekacze (2), w szczególności zęby wychylone. W większości przypadków przyczynami urazów są zdarzenia w domu i szkole (ok. 55%), w drugiej kolejności – sport (21%). Urazy łagodne stanowią 81% wszystkich obrażeń, natomiast poważne to ok. 4% wszystkich zdarzeń (1, 3). Przy czym tylko 3,5% zębów musi zostać usuniętych (2). Najbardziej ulegają urazom zęby przedtrzonowe i kły (odpowiednio 3,7% i 1,6%), trzonowce nie ulegają im wcale. Z obserwacji Springer-Nodzak wynika, że jednoczesne uszkodzenia obu zębów jednoimiennych zdarzają się dość często. Wśród młodzieży uprawiającej jeździectwo aż 23% ulega wypadkom, których konsekwencją są uszkodzenia zębów (1).

a horse presented for treatment. Based on documentation and medical interview this event resulted in the extraction of two most damaged teeth – both first permanent premolars in the maxilla. In the case of this patient, treatment included the closure of gaps from lost teeth via mesialisation of second premolars and first and second molars using skeletal anchorage. Material included medical documentation: patient's orthodontic records, diagnostic models, photographs and radiological records. **Results.** Satisfactory aesthetic and functional outcomes were obtained despite the fact that the patient's had had normal occlusion before treatment. **Conclusions.** Orthodontic closure of gaps from permanent teeth lost as a result of a trauma may be recommended in adolescent patients as one of alternative methods of treatment. The use of temporary intraoral skeletal anchorage (TISAD) allows movements of groups of teeth and avoiding unfavourable changes of positions of teeth that are in normal occlusion. **(Angerman A, Jarka J. The use of temporary intraoral skeletal anchorage (TISAD) for orthodontic closure of gaps from first maxillary molars lost as a result of an injury. Case report. Orthod Forum 2019; 15: 159-70).**

Received: 01.04.2019

Accepted: 07.06.2019

Key words: missing teeth, orthodontic closure of gaps, temporary intraoral skeletal anchorage (TISAD), tooth traumas

Introduction

The analysis of data shows that about 25% of schoolchildren experience tooth injuries. This is twice as common for boys as for girls (1). Medial upper incisors (2) experience the most frequent (94.7%) injuries, especially if they are inclined. In most cases, injuries are caused by events at home and school (about 55%), followed by sport (21%). Mild injuries account for 81% of all injuries, while severe injuries account for about 4% of all events (1, 3). At the same time, only 3.5% of teeth have to be removed (2). Premolars and canines are the least frequently injured (3.7% and 1.6% respectively), molars are not injured at all. According to Springer-Nodzak, a simultaneous injury to both homonymous teeth occurs quite often. As many as 23% of youth practising horse-riding suffer accidents resulting in damage to their teeth (1).

Loss of a healthy tooth or teeth may also be observed in patients with normal occlusion. In this situation, the lack of teeth at an early age may lead to malocclusions in the future. Orthodontic space closure involves moving teeth adjacent to a gap and changing existing occlusal conditions. Therefore, an attractive treatment method is the use of skeletal anchorage (Temporary Anchorage Devices, TAD) that allows minimising undesirable effects of orthodontic forces.

The use of temporary intraoral skeletal anchorage (TISAD) for orthodontic closure...

Utrata zdrowego zęba lub zębów może także dotyczyć pacjentów z normą zgryzową. W tej sytuacji brak zębów w młodym wieku może w dłuższej perspektywie doprowadzić do zaburzeń zgryzowych. Ortodontyczne zamykanie luk obejmuje przemieszczanie zębów sąsiadujących z luką i zmianę istniejących warunków zgryzowych. W związku z tym atrakcyjną metodą leczenia jest zastosowanie zakotwienia szkieletowego TAD (Temporary Anchorage Devices), które umożliwia zminimalizowanie niepożądanych efektów sił ortodontycznych.

Cel

Celem pracy było opisanie przypadku leczenia ortodontycznego 14,5-letniej dziewczynki z prawidłowymi relacjami zębowymi i kostnymi, która w wyniku urazu utraciła obydwa pierwsze zęby przedtrzonowe w szczęce. Przeprowadzone leczenie obejmowało ortodontyczne zamknięcie luk po utraconych zębach, z zastosowaniem tymczasowego wewnątrzustnego zakotwienia szkieletowego (TISAD).

Materiał

Materiał stanowiła zewnętrzna dokumentacja medyczna pacjentki dostarczona z Wojewódzkiego Centrum Medycznego (dwa zdjęcia ortopantomograficzne i wypis ze szpitalnego oddziału) oraz dokumentacja wykonana w poradni Ortodoncja w Opolu. Obejmowała gipsowe modele diagnostyczne początkowe oraz wirtualne modele końcowe, zdjęcia cefalometryczne i fotografie zewnętrzne oraz wewnętrzne przed i po leczeniu ortodontycznym, a także ortopantomogram po leczeniu.

Opis przypadku

Dziewczynka w wieku 14,5 lat, ogólnie zdrowa, zgłosiła się do poradni ortodontycznej Ortodoncja w Opolu, gdzie została skierowana przez swojego lekarza stomatologa. Z wywiadu wynikało, że od kilku lat uprawiała jeździectwo, a w marcu 2016 roku, w wyniku kopnięcia przez konia, doznała urazu w obrębie twarzoczaszki, głównie żuchwy, z raną brody po stronie prawej. Pacjentka została przyjęta na oddział Wojewódzkiego Centrum Medycznego w Opolu, gdzie zaopatrzone rany brody trzema szwami i wykonano badanie głowy rezonansem magnetycznym w celu wykluczenia poważniejszych urazów w tym obszarze. Zostało również wykonane zdjęcie pantomograficzne, na którym rozpoznano uszkodzenia zębów stałych w szczęce (bolesność złamanych zębów 14, 24 oraz nadłamanego zęba 33). Po wypisaniu z oddziału w trzeciej dobie zalecono wizytę u stomatologa w celu dalszego leczenia (karta informacyjna leczenia szpitalnego). Stomatolog, w oparciu o dostarczone zdjęcie pantomograficzne oraz badanie kliniczne, zakwalifikował złamane zęby 14 i 24 do ekstrakcji. Rodzice dziewczynki zostali poinformowani, że ze względu na wiek pacjentki nie

Aim

The aim of the study was to describe a case of orthodontic treatment of a 14.5-year-old girl with normal dental and bone relations who lost both first maxillary premolars as a result of an injury. The treatment applied included orthodontic closure of gaps from lost teeth using temporary intraoral skeletal anchorage (TISAD).

Material

The material consisted of the patient's third-party medical documentation delivered from the Voivodship Medical Centre (two orthopantomographic radiographs and a hospital discharge abstract) and documentation prepared by the "Ortodoncja" Clinic in Opole. It included gypsum diagnostic baseline models and virtual final models, cephalometric images, extraoral and intraoral photographs before and after orthodontic treatment, as well as orthopantomographic radiograph after treatment.

Case report

A girl at the age of 14.5 years, generally healthy, reported to the "Ortodoncja" orthodontic clinic in Opole where she had been referred by her dentist. The interview showed that she had been practising horse-riding for several years, and in March 2016, as a result of getting kicked by a horse, she suffered an injury to the facial skeleton, mainly to the mandible, with a chin wound on the right side. The patient was admitted to the department of the Voivodship Medical Centre in Opole, where the chin wound was provided with three sutures and the MRI of the head was performed in order to exclude more serious injuries in this area. A panoramic radiograph was also taken and it showed damage to permanent teeth in the maxilla (pain of broken teeth 14, 24 and chipped tooth 33). After discharge from the ward on the third day, a visit at the dentist's for further treatment was recommended (a hospital discharge summary). The dentist, on the basis of a submitted panoramic radiograph and clinical examination, qualified fractured teeth 14 and 24 for extraction. The girl's parents were informed that due to the patient's age it was not possible to make permanent prosthetic restorations, possibly temporary ones could be made, and that there was a possibility of orthodontic closure of gaps left by missing teeth.

The patient presented panoramic radiographs taken before (Fig. 1a) and after the removal of damaged premolars (Fig. 1b). In order to supplement orthodontic diagnostics, gypsum diagnostic models, intraoral (Fig. 2. a, b, c) and extraoral photographs as well as a cephalometric image were taken.

The clinical examination showed en face symmetrical face, with preserved vertical proportions, straight profile, lips freely closed. The intraoral examination revealed Angle's Class I on both sides on first molars and cuspid class I on

jest możliwe wykonanie stałych uzupełnień protetycznych, ewentualnie czasowych, oraz o tym, że istnieje możliwość ortodontycznego zamknięcia braków zębowych.

Pacjentka zgłosiła się ze zdjęciami pantomograficznymi wykonanymi przed (Ryc. 1a) i po usunięciu uszkodzonych przedtrzonowców (Ryc. 1b). W celu uzupełnienia diagnostyki ortodontycznej wykonano gipsowe modele diagnostyczne, fotografie wewnętrzne (Ryc. 2. a, b, c) i zewnętrzne oraz zdjęcie cefalometryczne.

W badaniu klinicznym stwierdzono: en face twarz symetryczna, o zachowanych proporcjach pionowych, profil prosty, wargi swobodnie zwarte. Badaniem wewnątrzustnym stwierdzono obustronnie I klasę Angle'a na pierwszych zębach trzonowych oraz I klasę kłową po stronie lewej i niepełną po stronie prawej, z przesunięciem linii środkowej łuku górnego w prawo o ok. 1 mm, z niewielkiego stopnia stłoczeniem siekaczy górnych. Brakowało obydwu pierwszych zębów przedtrzonowych w szczęce. Poza tym łuki zębowe były pełne, a zęby zdrowe.

the left and incomplete on the right, with the displacement of the median line of the upper arch to the right by about 1 mm, with mild upper incisor crowding. Both first maxillary premolars were missing. Otherwise, the dental arches were complete and teeth were healthy.

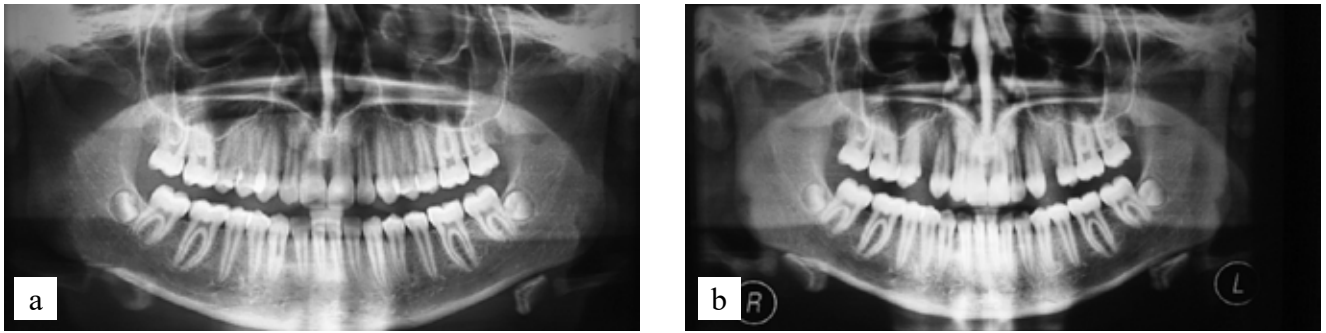
A computer cephalometric analysis (Orthodontics 8.0, Ortobajt) according to Segner-Hasund confirmed that the girl had skeletal class I (ANB = 1.4°), orthognathic facial type, overjet and overbite were normal (2.3 and 3.9 mm, respectively). Incisors were correctly positioned in relation to their bone bases (incisal angle 135.1°, 1+:NA 19.9°, and 1-:NB 23.7°). Vertical relations (NL-NSL 6.2°, ML-NSL 24.7°, ML-NL 18.5°) were normal. The nasolabial angle was minimally enlarged to 119.4°.

The panoramic radiograph showed the presence of buds of third molars in the mandible and lack of buds of these molars in the maxilla.

Tabela 1. Analiza Segnera – Hasunda

Table 1. Segner-Hasund analysis

	Norma Standard	Przed leczeniem Before treatment	Po leczeniu After treatment
SNA	82.0°	82.1°	81.0°
SNB	80.0°	81.3°	80.0°
ANB	2.0°	1.4°	0.9°
SNPg	81.0°	82.3°	81.3°
NSBa	132.0°	130.0°	134.5°
GntgoAr	122.0°	118.5°	117.3°
NL-NSL	8.0°	6.2°	6.9°
ML-NSL	28.0°	24.7°	26.2°
ML-NL	20.0°	18.5°	19.3°
H	9.0°	11.5°	9.4°
1+:1-	133.0°	135.1°	140.4°
1+:NA	21.0°	19.9°	22.3°
1-:NB	24.0°	23.7°	16.4°
nos-warg nasolabial	110.0°	119.4°	127.4°
Pg:NB	2.3	1.8	2.2
1+:NA (mm)	3.7	3.1	3.3
1-:NB (mm)	3.8	2.7	1.8
Wits	0.0	-0.4	0.4
Indeks			
Index	80.0	83.3	82.2
WitsB	0.0	1.4	-2.8



Rycina 1. Zdjęcie pantomograficzne wykonane po urazie: a) przed ekstrakcją zębów uszkodzonych, b) po ekstrakcji zębów objętych urazem.

Figure 1. A panoramic radiograph taken after a trauma: (a) before extraction of damaged teeth, (b) after extraction of damaged teeth.



Rycina 2. a, b, c. Warunki zgryzowe przed leczeniem.

Figure 2. a, b, c. Occlusal conditions before treatment.



Rycina 3. a, b. Fotografie wewnątrzustne wykonane po 5 miesiącach od rozpoczęcia leczenia.

Figure 3. a, b. Intraoral photographs 5 months after the start of treatment.



Rycina 4. Fotografia wewnątrzustna w dniu montażu dolnego aparatu stałego.

Figure 4. Intraoral photograph on the day of placement of a lower fixed appliance.

Przeprowadzona komputerowa analiza cefalometryczna (program Ortodocja 8.0, Ortobajt) wg Segnera-Hasunda potwierdziła, że dziewczynka ma I klasę szkieletową (ANB = 1,4°), typ twarzy ortognatyczny, nagryz poziomy i pionowy w normie (odpowiednio 2,3 i 3,9 mm). Siekacze były ustawione prawidłowo do swych podstaw kostnych (kąt międzysieczny 135,1°, 1+:NA 19,9°, a 1:-NB 23,7°). Prawidłowe były relacje pionowe (NL-NSL 6,2°, ML-NSL 24,7°, ML-NL 18,5°). Kąt nosowo-wargowy był minimalnie powiększony i wynosił 119,4°.

Zdjęcie pantomograficzne pokazało obecność zawiązków trzecich zębów trzonowych w żuchwie i brak zawiązków tych zębów w szczęcie.

Four therapeutic options were considered:

- Implant-prosthetic treatment.
- Autotransplantation of teeth 38 and 48 into gaps left by missing premolars.
- Corrective extractions of premolars in the lower arch.
- Orthodontic closure of gaps from lost teeth by mesialisation of teeth in lateral sections using temporary intraoral skeletal anchorage (TISAD), extraction of teeth 38 and 48.

The patient's parents rejected the possibility of implant-prosthetic treatment, mainly because firstly, it required the use of temporary restorations and only after the end of the growth process would it be possible to introduce permanent

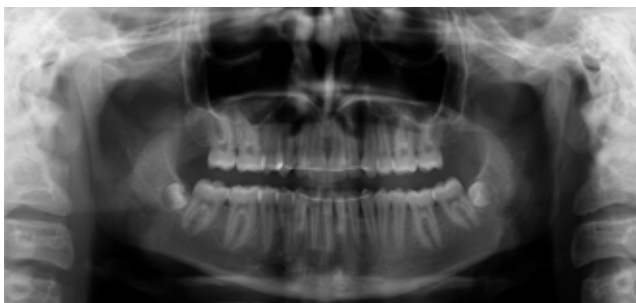
Rozważano cztery warianty postępowania:

- Leczenie implantoprotetyczne.
- Autotransplantację zębów 38 i 48 w miejsce brakujących przedtrzonowców.
- Ekstrakcje wyrównawcze zębów przedtrzonowych w dolnym łuku.
- Ortodontyczne zamykanie luk po utraconych zębach przez mezjalizację zębów w odcinkach bocznych, z zastosowaniem tymczasowego wewnątrzustnego zakotwienia szkieletowego (TISAD), usunięcie zębów 38 i 48.

Rodzice pacjentki odrzucili możliwość leczenia implantoprotetycznego, głównie dlatego, że najpierw wymagało ono użytkowania uzupełnień tymczasowych, a dopiero po zakończeniu procesu wzrostu można byłoby zamontować uzupełnienia stałe. Ze względu na to, że nie było zawiązków trzecich trzonowców w szczęce, a dolne trzecie trzonowce są zębami trudnymi do pobrania – poza tym są też zbyt duże w stosunku do ilości miejsca, jakie pozostało po zębach utraconych – nie zdecydowano się na autotransplantację. Plan leczenia z wyrównawczymi ekstrakcjami w dolnym łuku był również dla pacjentki i jej rodziców trudny do zaakceptowania, ze względu na konieczność usunięcia dwóch kolejnych zębów. Ostatecznie zdecydowano się na ortodontyczne zamykanie luk. Rodzicom i pacjentce wyjaśniono trudności, jakie niesie za sobą to postępowanie w zgryzie prawidłowym, między innymi dlatego, że idealne zaguzkowanie zębów w łukach przeciwstawnych utrudnia przemieszczanie zębów. Uzyskano świadomą zgodę rodziców na leczenie aparatami stałymi oraz na zastosowanie miniimplantów. Poinformowano również o możliwych komplikacjach związanych z całym procesem leczenia oraz o tym, że przewidywany czas leczenia wyniesie ok. 2 lat.

Przebieg leczenia

Leczenie podzielono na dwa etapy. Pierwszy polegał na przemieszczaniu zębów położonych dystalnie w stosunku do luk poekstrakcyjnych, wzdłuż obwiedni łuku zębowego – w kierunku tych luk, bez włączania zębów stojących przed luką, czyli kłów i siekaczy. W maju 2016 roku zacementowano



Rycina 5. Zdjęcie pantomograficzne wykonane po zakończeniu leczenia.

Figure 5. Intraoral photograph after completion of treatment.

restorations. Autotransplantation was not selected due to the fact that there were no buds of third molars in the maxilla and lower third molars are difficult to collect – moreover, they are also too large in relation to the amount of space left after lost teeth. The treatment plan with compensatory extractions in the lower arch was also difficult to accept for the patient and her parents because of the need to remove two more teeth. Finally, a decision was made to close gaps during orthodontic treatment. Parents and the patient received information about the difficulties that this procedure entailed in case of a normal occlusion, because the perfect intercuspatation of teeth in opposite arches makes it difficult to move the teeth. Informed consent was obtained from parents for treatment with fixed appliances and the use of mini-implants. They also received information about possible complications associated with the whole treatment process and that the expected duration of treatment would be about 2 years.

Course of treatment

The treatment was divided into two stages. The first one consisted in moving teeth located distally to extraction gaps, along the outline of the dental arch – in the direction of these gaps, without including teeth standing in front of the gap, i.e. canines and incisors. In May 2016, rings were cemented



Rycina 6. a, b, c. Warunki zgryzowe rok po zakończeniu leczenia.

Figure 6. a, b, c. Occlusal conditions one year after completion of treatment.

The use of temporary intraoral skeletal anchorage (TISAD) for orthodontic closure...

pierścienie na pierwszych i drugich zębach trzonowych w szczęce oraz naklejono zamki metalowe w preskrypcji Roth,018 (BIOMIM Nickel Free, Ortho Classic) na drugie przedtrzonowce. Następnie wprowadzono TISAD według następującej procedury: polecono pacjentce przepłukać jamę ustną roztworem antyseptycznym. Wykonano znieczulenie miejscowe, podając ok. 1/3 ampułki środka analgetycznego, aby zachować czucie więzadeł ozębnej. Narzędziem typu punch o średnicy 1,5 mm wycięto błonę śluzową w miejscu zaplanowanej implantacji – w strefie dziąsła właściwego. Śrubokrętem ręcznym, bez użycia wiertła pilotującego, wprowadzono samonawiercającą śrubę, o średnicy 1,8 mm i długości 8 mm (3M Unitek), prostopadle do wyrostka zębodołowego szczęki, dystalnie od korzenia zęba 13. Wybór okolicy implantacji był uzależniony od zastanej sytuacji oraz planowanego kierunku przesunięć. Miniimplant obciążono natychmiastowo i bezpośrednio. Nie zastosowano osłony antybiotykowej. Pacjentce polecono, aby w dniu zabiegu ograniczyła przyjmowanie gorących posiłków. Rozklinowano zęby obu łuków, nakładając na powierzchnie żujące dolnych pierwszych zębów trzonowych materiał glasonomerowy (Ketac Cem, 3M ESPE). Wartość siły mierzono klasycznym siłomierzem i wynosiła ona w pierwszym okresie 50 g, a następnie została zwiększona do 150–200 g. Zastosowano łańcuszek elastyczny rozpięty pomiędzy śrubą a pierścieniem na trzonowcu i sprężynę otwartą niklowo-tytanową pomiędzy zębem 15 a pierwszym zębem trzonowym. Wypadkowa siła kierowała pchany ząb wzdłuż wyrostka, ale też nieco go intrudowała, co było działaniem zamierzonym, gdyż pozwalało uniknąć kontaktu i blokowania górnego przedtrzonowca o guzek dolnego. Zęby były zaguzkowane w triadach, a guzki – wysokie i wyraźnie zaznaczone, co mogło utrudniać przemieszczenia zębów. Ponieważ od usunięcia zębów minęło ok. 1,5 miesiąca, nie było pewne, czy wszczepiony miniimplant będzie stabilny, ze względu na to, że miejsce implantacji znajdowało się blisko niewygojonego zębodołu. Dlatego początkowo po stronie lewej, pomiędzy pierwszym zębem trzonowym a drugim przedtrzonowym, zastosowano wyłącznie sprężynę otwartą niklowo-tytanową. Poza tym sytuacja po stronie prawej była nieco trudniejsza, ponieważ środek symetrii pomiędzy siekaczami był przesunięty nieznacznie w prawo, a kiel prawy nie znajdował się dokładnie w triadzie, tylko przemieszczony był również w prawo, kierując się w lukę po zębie 14. Na piątej wizycie, we wrześniu 2016 roku, zamontowano po stronie lewej, dystalnie od korzenia zęba 23 drugi miniimplant ortodontyczny, zachowując opisane wcześniej procedury, z tą różnicą, że operator, montując implant po lewej stronie pacjenta, stał również po jego lewej stronie (Ryc. 3. a b).

Podczas kolejnej wizyty naklejono zamki na pozostałe zęby w górnym łuku. Pod koniec grudnia 2016 roku, kiedy luki po zębach pierwszych przedtrzonowych były prawie zamknięte, naklejono dolny aparat stały (Ryc. 4).

Po uszeregowaniu zębów w obu łukach i założeniu krawężnych łuków stalowych polecono pacjentce noszenie wyciągów elastycznych III klasy, rozpiętych pomiędzy dolnymi kłami i górnymi trzonowcami. W ten sposób uzyskano

on first and second molars in the maxilla and metal brackets in the Roth,018 prescription (BIOMIM Nickel Free, Ortho Classic) were glued to second premolars. Then, TISAD was introduced according to the following procedure: the patient was instructed to rinse the oral cavity with an antiseptic solution. Local anaesthesia was applied by administering about 1/3 ampoule of an analgesic in order to maintain the sensation of periodontal ligaments. The 1.5 mm-diameter punch-type instrument was used to cut out the mucous membrane at the site of planned implantation – in area of the gingiva proper. A self-tapping screw with the diameter of 1.8 mm and length of 8 mm (3M Unitek) was introduced with a hand screwdriver without the use of a pilot drill perpendicularly to the alveolar process of the maxilla, distally from the root of tooth 13. The implantation area was selected taking into account the situation observed and planned direction of movements. The mini-implant was immediately and directly loaded. No antibiotic cover was used. The patient was recommended to limit the intake of hot meals on the day of the procedure. The teeth of both arches were separated and chewing surfaces of lower first molars were covered with glass ionomer material (Ketac Cem, 3M ESPE). The force value was measured with a classic dynamometer and it was 50 g in the first period, and then was increased to 150–200 g. A flexible chain stretched between the screw and a ring on a molar and an open nickel-titanium spring between tooth 15 and first molar were used. The resultant force directed the pushed tooth along the process, but also intruded it slightly, which was a deliberate action, as it allowed avoiding contact and upper premolar blockage by a cusp of a lower premolar. Teeth were set in intercuspation in triads, and cusps were high and clearly marked, and therefore, tooth displacement was difficult. As about 1.5 month had passed since teeth extraction, it was not certain whether the implanted mini-implant would be stable, due to the fact that the implantation site was close to an alveolus that failed to heal. Therefore at the beginning, only an open nickel-titanium spring was placed on the left, between first molar and second premolar. In addition, the situation on the right side was slightly more difficult, because the centre of symmetry between incisors was slightly shifted to the right, and the right canine was not exactly in the triad, but was also shifted to the right, into the gap from tooth 14. During the fifth visit, in September 2016, a second orthodontic mini-implant was placed on the left side, distally from a root of tooth 23, following the procedures described above, except that when placing the implant on the left side of the patient, the operator also stood on the left side (Fig. 3. ab).

During the next visit, brackets were attached to the remaining teeth in the upper arch. At the end of December 2016, when the gaps from first premolars were almost closed, the lower fixed appliance was attached (Fig. 4).

After teeth in both arches were aligned and rectangular steel archwires were placed, the patient was recommended

ostateczne zaguzkowanie zębów w II klasie Angle'a. Miniimplanty ortodontyczne zostały usunięte, a miejsca po nich prawidłowo wygojone. Aparaty zdemontowano w grudniu 2017 roku, czyli po roku i 7 miesiącach leczenia. Naklejono stałe retainery w górnym i dolnym łuku zębowym (drut pleciony, płaski, 0,011 firmy Reliance). Przekazano też szyny termoformowalne do zakładania na noc.

Efektem leczenia było zamknięcie luk po zębach pierwszych przedtrzonowych w szczęce utraconych w wyniku urazu. Uszeregowano stłoczone nieznacznie siekacze i skorygowano zaburzenie środka symetrii. Uzyskano prawidłowe warunki zgryzowe i funkcjonalne oraz zadawalający efekt estetyczny. Końcowe zdjęcie pantomograficzne pokazuje równoległe ustawienie korzeni zębów w szczęce (Ryc. 5).

Analiza zdjęcia cefalometrycznego uwidacznia nie pogorszone wartości pomiarów w kluczowych obszarach. Nagryz poziomy i pionowy siekaczy (odpowiednio 2,8 mm i 2,8 mm), a także kąt ANB ($0,9^\circ$) są w granicach normy. Co najważniejsze, nie uległy cofnięciu ani przechyleniu górne siekacze (kąt międzysieczny wynosi $140,4^\circ$, 1+:NA 22,3). Pogorszeniu uległo ustawienie dolnych siekaczy i na koniec leczenia kąt 1-NB wyniósł $16,4^\circ$, a także powiększył się kąt nosowo-wargowy, ze $119,4^\circ$ do $127,4^\circ$. Zmniejszenie kąta nachylenia dolnych siekaczy w stosunku do linii NB z $23,7^\circ$ do $16,4^\circ$ na koniec leczenia jest, jak się wydaje, wynikiem zastosowania wyciągów elastycznych III klasy.

Zastosowanie TISAD w opisywanym przypadku pozwoliło osiągnąć dobre rezultaty terapeutyczne w stosunkowo krótkim czasie i spełnić oczekiwania pacjenta. W przebiegu leczenia nie wystąpiły żadne komplikacje związane z ich montażem ani użytkowaniem. Wynik leczenia jest stabilny (Ryc. 6. a, b, c).

Dyskusja

Co czwarte dziecko w wieku szkolnym doświadcza urazów zębów. Stopień ich uszkodzenia bywa różny, a tylko 3,5% musi zostać usuniętych. Utrata zębów w zgryzie prawidłowym może z upływem czasu doprowadzić do niekorzystnych zmian polegających na wędrówce, rotacji i nachyleniu zębów sąsiadujących z luką, a także na przekraczaniu płaszczyzny zgryzowej zębów w łuku przeciwstawnym. W konsekwencji może dojść do powstania wady zgryzu, a nawet niekorzystnych zmian profilu. U młodych osób widoczny brak zębów może być powodem kompleksów. Dlatego priorytetem powinno być zabezpieczenie powstałych luk po utraconych zębach, aby nie doszło do niekontrolowanych przesunięć zębów sąsiednich i by przywrócić estetykę uśmiechu. Trwający wciąż wzrost nie pozwala zastosować stałych uzupełnień protetycznych, zatem do ukończenia wzrostu w przypadku planowania leczenia implantoprotetycznego pacjent powinien być zaopatrzony w uzupełnienia protetyczne tymczasowe. Jednakże świadomość konieczności ich użytkowania jest przez pacjentów, szczególnie młodocianych, trudna do zaakceptowania. Ponadto brak zębów w łuku zębowym powoduje z czasem zanik wyrostka zębowego na szerokość

to wear class III elastic traction stretched between lower canines and upper molars. Final Angle's class II intercuspatation was obtained in this way. Orthodontic mini-implants were removed and the areas left by them healed properly. The appliances were removed in December 2017, i.e. after one year and 7 months of treatment. Fixed retainers were placed in the upper and lower dental arch (braided wire, flat wire, 0.011 by Reliance). Thermoformed splints were also provided to be worn at night.

The treatment resulted in the closure of gaps from first premolars in the maxilla lost as a result of an injury. Slightly crowded incisors were aligned and a shifted centre of symmetry was corrected. Correct occlusal and functional conditions as well as satisfactory aesthetic outcomes were obtained. The final panoramic radiograph shows parallel alignment of tooth roots in the maxilla (Fig. 5).

The analysis of a cephalometric image reveals that measurement values in key areas did not worsen. Overjet and overbite of incisors (2.8 mm and 2.8 mm, respectively) and the ANB angle (0.9°) are within normal limits. Most importantly, upper incisors have not been retracted or inclined (the interincisal angle is 140.4° , 1+:NA 22.3). The position of lower incisors worsened, and at the end of the treatment the 1-NB angle was 16.4° , and the nasolabial angle also increased from 119.4° to 127.4° . The reduced angle of inclination of lower incisors in relation to the NB line from 23.7° to 16.4° at the end of treatment seems to be a result of the use of class III elastic traction.

The use of TISAD in this case allowed achieving good therapeutic outcomes in a relatively short time and meeting the patient's expectations. During the course of treatment, there were no complications related to their placement or use. Treatment outcomes are stable (Fig. 6. a, b, c).

Discussion

Every fourth child of school age experiences tooth injuries. The degree of tooth damage can vary, and only 3.5% must be removed. Loss of teeth in normal occlusion may with time lead to unfavourable changes, such as wandering, rotation and inclination of teeth adjacent to a gap, as well as crossing the occlusal plane by teeth in an opposite arch. As a consequence, a malocclusion or even unfavourable changes in the profile may occur. In young people, a visible lack of teeth may be a reason for complexes. Therefore, the priority should be to protect the gaps from lost teeth in order to prevent uncontrolled movements of adjacent teeth and to restore the smile's aesthetics. Due to still ongoing growth it is not possible to use of fixed prosthetic restorations, so the patient should be provided with temporary prosthetic restorations until the completion of growth if implant-prosthetic treatment has been planned. However, patients, especially adolescents, have problems accepting their use. Moreover, the lack of teeth in the dental arch causes the loss

The use of temporary intraoral skeletal anchorage (TISAD) for orthodontic closure...

oraz wysokość, co w przyszłości utrudni implantację. W okresie 3–12 miesięcy po ekstrakcji następuje redukcja szerokości wyrostka wynosząca 3,9 mm oraz redukcja wysokości wynosząca 1,6 mm. Resorpcja w większym stopniu dotyczy ściany przedsionkowej niż językowej zębodołu (4). Dominiak, powołując się na źródła, pisze, że z 50% utraty szerokości wyrostka w wymiarze językowo-policzkowym, 60% tego zaniku następuje w ciągu pierwszych trzech miesięcy (5).

Jednym z możliwych rozwiązań powstałego problemu jest autotransplantacja. Daje ona możliwość uzupełnienia braków zębowych własnymi zębami i uzyskania prawidłowo funkcjonującego uzębienia (odsetek powodzeń wynosi ok. 90%). Transplantowane zęby zapewniają prawidłowy wzrost wyrostka zębodołowego u pacjentów, którzy jeszcze rosną. Atraumatyczne pobranie donora z nieukończonym rozwojem korzenia (2/3 do 3/4 długości) zapewnia prawidłową odbudowę tkanek przyzębia i zapobiega ankylozie. Najczęściej jako donory stosowane są przedtrzonowce, znacznie rzadziej – trzecie zęby trzonowe (6, 7, 8). Jednakże takie rozwiązanie w opisywanym przypadku nie mogło być zastosowane, ponieważ rozwój korzeni zębów przedtrzonowych w żuchwie został ukończony, pacjentka zaś nie miała zawiązków zębów trzecich trzonowych w szczęce, a trzecie trzonowce żuchwy są zębami trudnymi do pobrania oraz są zbyt duże w stosunku do wielkości dostępnego miejsca.

Rodzice i pacjentka oczekiwali takiego rozwiązania, które w stosunkowo najkrótszym czasie pozwoli na stabilne i najmniej inwazyjne rozwiązanie powstałego problemu. W związku z tym wybrano czwarty z dostępnych wariantów leczenia, czyli ortodontyczne zamykanie luk po utraconych zębach własnymi zębami za pomocą miniimplantów ortodontycznych.

Z uwagi na to, że pacjentka miała twarz harmonijną, w szczególności prawidłowe pozycje zębów siecznych górnych i dolnych oraz kąt ANB, priorytetem stało się takie zaplanowanie i poprowadzenie leczenia, aby nie pogorszyć tych parametrów. Zamykanie luk musiało się odbyć przez mezjalne przesunięcie drugich zębów przedtrzonowych, pierwszych oraz drugich trzonowych wzdłuż ich podstaw kostnych w obu kwadrantach szczęki, z jednoczesnym brakiem jakiegokolwiek ruchu w przeciwnym kierunku zębów siecznych i kłów. Mezjalizacja en mass grupy zębów a także konieczność wyeliminowania niekontrolowanych ruchów pozostałej grupy wymagała zastosowania maksymalnego zakotwienia ortodontycznego, bez włączania w nie zębów przedniego odcinka szczęki. Oczywistym wyborem było tymczasowe wewnętrzne zakotwienie szkieletowe TISAD (Temporary Intraoral Skeletal Anchorage Device) z zastosowaniem śrub ortodontycznych. Zamykanie luk poekstrakcyjnych było jednym z pierwszych, pionierskich zastosowań implantów, jeszcze większych od obecnie stosowanych (9). Z badań Antoszewskiej wynika, że odsetek powodzeń wynosi 93,4% i jest zależny od wielu czynników: pacjenta, rodzaju i budowy zastosowanych śrub, sposobu ich

of the alveolar process in time, and in the future it will make implantation more difficult. Within 3–12 months after extraction, the process width is reduced by 3.9 mm and the height is reduced by 1.6 mm. Resorption is more common for the vestibular wall than the lingual wall of the alveolus (4). Dominiak, quoting sources, states that in relation to 50% loss of the width of the process in the lingual and buccal dimension, 60% of this loss occurs within the first three months (5).

Autotransplantation is one of the possible solutions to this problem. It provides a possibility to fill gaps from missing teeth with one's own teeth and obtain properly functioning dentition (the success rate is about 90%). Transplanted teeth provide normal growth of the alveolar process in patients who are still in the growth phase. Atraumatic collection of a donor with unfinished root development (2/3 to 3/4 of the length) ensures proper restoration of periodontal tissues and prevents ankylosis. Premolars are most commonly used as donors, and third molars (6, 7, 8) are used much less frequently. However, this solution could not have been applied in this case because the development of premolar roots in the mandible had been completed, the patient had no buds of third molars in the maxilla and third molars in the mandible are difficult to collect and too large for the available space.

The parents and the patient expected such a solution to the problem that would be stable and least invasive and would work in the shortest time possible. Therefore, the fourth available treatment option was chosen, i.e. orthodontic closure of gaps from missing teeth with patient's teeth and the use of orthodontic mini-implants.

Due to the fact that the patient's face was harmonious, in particular the positions of upper and lower incisors and the ANB angle were correct, the priority was to plan and conduct the treatment in such a way as not to deteriorate these parameters. Gap closure had to be done by mesial shifting of second premolars, first and second molars along their bone bases in both quadrants of the maxilla, with the simultaneous lack of any movements of incisors and canines in the opposite direction. En mass mesialisation of a group of teeth and the necessity to eliminate uncontrolled movements of the remaining group required the use of maximum orthodontic anchorage, without including the front teeth of the maxilla. Temporary intraoral skeletal anchorage device (TISAD) with orthodontic screws was an obvious choice. Closing extraction gaps was one of the first pioneering applications of implants, even larger than those currently in use (9). Antoszewska's research shows that the success rate is 93.4% and depends on many factors: the patient, the type and structure of screws used, their placement and location, type of loading and biomechanics used, as well as the operator's own experience (10). Patient-related factors include, among others, age, gender, overall health condition, patient cooperation, which in particular concerns the oral hygiene routine and the regular use of intermaxillary traction,

umieszczania oraz lokalizacji, rodzaju ich obciążania oraz zastosowanej biomechaniki, a także od doświadczenia samego operatora (10). Czynniki związane z pacjentem to m.in. wiek, płeć, ogólny stan zdrowia, współpraca pacjenta, która w szczególności dotyczy dbałości o higienę jamy ustnej oraz systematyczności w noszeniu wyciągów międzyszczękowych, jeśli są wymagane (10, 11, 13). W przytoczonych badaniach stwierdzono, że klinicznie lepsze utrzymanie TISAD zauważa się u pacjentów powyżej 20 roku życia. (10). Zdecydowaną większość pacjentów (81%) leczonych tą metodą stanowią dorośli (12). Zatem w opisywanym przypadku młodociany wiek pacjentki (14,5 roku) mógł być czynnikiem pogarszającym rokowanie dotyczące stabilności TISAD.

Miejsce implantacji – dystalnie od korzeni kłów szczęki – w opisywanym przypadku było determinowane zaplanowanymi przesunięciami zębów i rodzajem zastosowanej biomechaniki. W świetle dostępnych badań strefa dziąsła właściwego w bocznych segmentach szczęki jest uważana za lokalizację stosunkowo bezpieczną (13, 14). Jednakże dotyczy to przestrzeni pomiędzy korzeniami zębów drugich przedtrzonowych i pierwszych trzonowych, także kłów i pierwszych zębów przedtrzonowych. W tym przypadku drugie zęby przedtrzonowe miały być mezjalizowane, zatem nie można było wykorzystać najlepszego zalecanego miejsca, natomiast druga lokalizacja miała wady. Nie było korzenia pierwszego zęba przedtrzonowego, zamiast tego był niecałkowicie wygojony zębodół. Gęstość kości jest jednym z czynników, od których zależy utrzymanie TISAD (15). Gęstość kości u osób młodocianych jest mniejsza, gdyż proces kostnienia nie został jeszcze zakończony, ale też bliskość zębodołu po ekstrakcji zęba mogła być czynnikiem pogarszającym rokowanie. Zastosowanie samonawiercającego miniimplantu o długości 8 mm było podyktowane doświadczeniami własnymi oraz poparte wynikami badań (10–14). Nie zastosowano wiertła pilotującego, choć jest to zalecane. U pacjentów młodocianych można pominąć nawiercanie w strefie dziąsła właściwego bocznych segmentów szczęki (10). Najczęstsze kierunki przesunięć zębów przy udziale TAD to: retrakcja przedniego odcinka szczęki w leczeniu wad klasy II, intruzja i pionizacja trzonowców, dystalizacja trzonowców lub całego łuku zębowego en mass. Mezjalizacja dwóch zębów trzonowych jest wymieniana znacznie rzadziej. Problemem, jaki można było spotkać podczas wymuszania ruchu mezjalnego pierwszego i drugiego zęba trzonowego w szczęce jest obecność zatoki szczękowej. Nisko schodzące dno tej zatoki może utrudniać ortodontyczny ruch zębów. Literatura tematu mówi o tym, że właściwie zaaplikowana siła pozwoli na bezkolizyjną wędrówkę korzeni zęba w obszarach o zmienionej gęstości kości (16). Zaprezentowany przypadek potwierdza te badania.

Jedną z ważniejszych przyczyn niepowodzenia w wykorzystaniu TAD, powodującą jego wcześniejszą utratę, jest powstanie stanu zapalnego wokół implantu (10, 11). Powodem jest najczęściej brak właściwej higieny. W opisywanym przypadku pacjentka okazała się bardzo sumienna i dotyczyło to nie tylko wszystkich zaleceń pozabiegowych, ale też całego procesu leczenia. Nie zlecono

if necessary (10, 11, 13). These studies have concluded that clinically better maintenance of TISAD is observed in patients over 20 years of age (10). The vast majority of patients (81%) treated with this method are adults (12). Therefore, in this case, the adolescent age of the patient (14.5 years) may have been a factor worsening the prognosis of TISAD stability.

The implantation site – distally from the roots of maxillary canines – was in this case determined by planned tooth movements and the type of biomechanics used. In the light of available studies, the area of gingiva proper in lateral segments of the maxilla is considered a relatively safe location (13, 14). However, this applies to space between roots of second premolars and first molars, including canines and first premolars. In this case, second premolars were to be mesialised, so the best recommended location could not be used, while the second location was not advantageous. There was no first premolar root, and instead, there was an alveolus that failed to heal. Bone density is one of factors that affect TISAD maintenance (15). Bone density in adolescents is lower because the process of ossification has not been completed yet, but also the proximity of the alveolus after tooth extraction may have been a factor worsening the prognosis. A decision to use an 8 mm-long self-tapping mini-implant was based on our own experience and was supported by research results (10–14). No pilot drill was used, although it is recommended. In juvenile patients, drilling into the area of gingiva proper of lateral segments of the maxilla can be omitted (10). The most common directions of tooth movements with TAD include: retraction of the anterior maxillary segment in the treatment of class II defects, intrusion and verticalisation of molars, distalisation of molars or the whole dental arch en mass. Mesialisation of two molars is listed much less frequently. The problem that could be encountered while forcing the mesial movement of first and second molar in the maxilla is the presence of the maxillary sinus. The low bottom of this sinus may hinder orthodontic movement of teeth. The literature on the subject claims that, if properly applied, the force will allow for collision-free migration of tooth roots in areas with altered bone density (16). The case presented here confirms these studies.

Inflammation around the implant is one of the most important reasons for failure when using TAD (10, 11). It is usually caused by the lack of proper hygiene. In this case, the patient turned out to be very diligent and this concerned not only all postoperative recommendations, but also the entire treatment process. No antibiotic cover was prescribed. Studies on a large group and our own experience confirm that there is no need for antibiotics in the perioperative period (10). The use of aseptic principles and low invasiveness of procedures, combined with good oral hygiene, are sufficient. The use of TISAD, although considered a minimally invasive procedure, may be associated with various complications, such as: screw fracture, soft and hard tissue damage, lack of primary stability, implant loss before the planned end of its

The use of temporary intraoral skeletal anchorage (TISAD) for orthodontic closure...

stosowania osłony antybiotykowej. Badania na dużej grupie oraz doświadczenia własne potwierdzają brak konieczności stosowania antybiotyków w okresie okołozabiegowym (10). Zastosowanie zasad aseptyki i mała inwazyjność procedur, w połączeniu z odpowiednią higieną jamy ustnej, są wystarczające. Stosowanie TISAD, jakkolwiek uznawane za zabieg mało inwazyjny, może wiązać się z różnego rodzaju komplikacjami, do których należą: złamanie śruby, uszkodzenia tkanek miękkich i twardych, brak pierwotnej stabilizacji, utrata implantu przed planowanym zakończeniem jego wykorzystania. Stosowanie procedur o zbadanej i potwierdzonej skuteczności w znacznym stopniu minimalizuje możliwość powstania niepożądanych skutków. Ważny jest każdy szczegół, jak np. to, że operator, montując implant po stronie lewej pacjenta, stoi również po jego lewej stronie, gdyż tylko taka pozycja umożliwi wgląd w pole zabiegowe pod właściwym kątem. Jest to niezwykle istotne, ponieważ każda niezamierzona zmiana toru wprowadzania śruby może wpłynąć ujemnie na przebieg całego procesu (10).

Nałożenie obrysów zdjęć odległościowych głowy pokazało, że cel leczenia, jakim było utrzymanie prawidłowych relacji szkieletowych i zębowych, został osiągnięty (Tab. 1.) Doszło do niewielu zmian uwidocznionych w badaniu po zakończeniu leczenia, w stosunku do stanu przed jego rozpoczęciem. Zmniejszenie kąta nachylenia siekaczy zuchwy w stosunku do linii NB (z $24,7^\circ$ do $16,4^\circ$), a więc przechylenie tych siekaczy, zostało spowodowane zastosowaniem wyciągów elastycznych międzyszczękowych klasy III w ostatniej fazie leczenia, których zadaniem było uzyskanie dobrego zaguzkowania zębów w triadach. Drugi parametr, który uległ zmianie to kąt nosowo-wargowy. Ten kąt, zawarty pomiędzy styczną do podstawy nosa subnasale-columella a linią subnasale-abrارة superius, którego średnia wartość to $110,0^\circ$, początkowo miał wielkość $119,4^\circ$, a na koniec leczenia powiększył się do $127,4^\circ$ (17). Według Karłowskiej duży kąt nosowo-wargowy może świadczyć o nieprawidłowości w budowie nosa lub cofnięciu górnej wargi, a wg Hasunda w nieznacznym stopniu zależy od szkieletowych relacji podstaw, raczej od różnorodności form nosa i morfologii części miękkich twarzy (17). Potwierdzają to inni autorzy. Dietrich mówi, że nos w czasie skoku pokwitaniowego rośnie nawet o 6–7 mm, a wzrost nosa i bródki trwa do 17. roku życia (18). Według Profita grubość warg osiąga maksimum w okresie dorastania, a następnie zmniejsza się. Również w tym okresie, gdy wargi już nie rosną i są ograniczone przez nos i bródkę, to nos i bródka uwydatniają się w okresie dorastania i później (19). Badania Dobrowolskiej-Zarzyckiej i in. potwierdzają brak zależności wielkości kąta nosowo-wargowego od położenia szczęki, natomiast wykazują zależność odwrotnie proporcjonalną tego kąta od stopnia nachylenia osi siekaczy centralnych górnych (1/SN) do podstawy czaszki (20, 21). Ten pomiar, w analizie według Kaminka, u nastoletniej pacjentki miał wielkość przed rozpoczęciem leczenia $102,2^\circ$, a na koniec

use. The use of procedures of tested and proven efficacy greatly minimises the possibility of adverse effects. Every detail is important, such as the fact that an operator, when placing the implant on the left side of the patient, also stands on the left side of the patient, because only this position allows seeing the field of treatment at the right angle. This is extremely important because any unintentional change along the path of screw placement can have a negative impact on the whole process (10).

When the outlines of distance images of the head were superimposed, it showed that the objective of treatment, namely to maintain proper skeletal and dental relations, was achieved (Tab. 1). There were few changes visible in the examination after the end of treatment, in relation to the baseline. The reduction of the angle of mandibular incisor inclination in relation to the NB line (from 24.7° to 16.4°), i.e. the inclination of these incisors, was caused by the use of Class III elastic intermaxillary traction in the last phase of treatment, and their aim was to obtain good intercuspatation of teeth in triads. The nasolabial angle was the second parameter that has changed. This angle, contained between the tangent to the nasal base, subnasale-columella, and the subnasale-abrارة superius line, has the mean value of 110.0° , but in this case, it was 119.4° initially, and at the end of the treatment it increased to 127.4° (17). According to Karłowska, a large nasolabial angle may indicate abnormalities in the nasal structure or upper lip retraction, whereas according to Hasund, it is slightly dependent on skeletal relations of the bases, and more dependent on the variety of nasal forms and morphology of the soft parts of the face (17). This is confirmed by other authors. Dietrich says that the nose grows by up to 6–7 mm during the growth spurt and the growth of the nose and chin lasts until the age of 17 years (18). According to Profit, lip thickness reaches its maximum during adolescence and then decreases. Also during this period, when the lips no longer grow and are limited by the nose and chin, the nose and chin become more prominent during adolescence and later (19). The studies by Dobrowolska-Zarzycka et al. confirm the lack of correlation between the nasolabial angle and the maxillary position; however, they show an inversely proportional correlation between this angle and the slope of the axis of upper central incisors (1/SN) and the base of the skull (20, 21). This measurement, according to the Kaminek's analysis, in a teenage female patient was 102.2° before the start of treatment and 101.8° at the end. Therefore, this angle has not changed during the treatment, and is not related to the increase in the nasolabial angle.

Results

Thanks to skeletal anchorage with TISAD, maxillary teeth on both sides underwent mesialisation, gaps from missing

wynosił 101,8°. Zatem podczas leczenia ten kąt nie uległ zmianie, zwiększenie kąta nosowo-wargowego nie znajduje tu swojej przyczyny.

Wyniki

Dzięki zakotwieniu szkieletowemu z użyciem TISAD udało się zmezjalizować zęby szczęki po obu jej stronach, zamykając luki po utraconych zębach własnymi zębami, bez istotnego pogorszenia prawidłowych relacji szkieletowych i zębowych.

Podsumowanie

Miniimplanty ortodontyczne są niezwykle przydatnym narzędziem w leczeniu ortodontycznym, dzięki któremu można dokonywać znacznych przesunięć zębowych w zaplanowanych miejscach, bez zmian ustawienia zębów w pozostałych obszarach. Ich zastosowanie skraca czas leczenia, a prawidłowe i zgodne z zasadami ich zastosowanie pozwala uniknąć powikłań. Miniimplanty są również dobrze tolerowane przez pacjentów młodocianych, mogą więc być dobrą alternatywą w leczeniu pourazowej utraty zębów stałych.

teeth were closed with the patient's own teeth, and proper skeletal and dental relations did not significantly worsen.

Summary

Orthodontic mini-implants are an extremely useful tool in orthodontic treatment, because thanks to them, it is possible to make significant tooth shifts in planned directions, without changing teeth positions in other areas. Their application shortens the treatment duration, and their proper and consistent application allows avoiding complications. Mini-implants are also well tolerated by adolescent patients, so they can be a good alternative in the treatment of post-traumatic loss of permanent teeth.

Piśmiennictwo / References

1. Szpringel-Nodzak M. Urazowe uszkodzenia zębów u dzieci. Med Tour Press 1992; 17-22.
2. Pels E, Borowska M, Rudnicka-Siwiek K, Mielnik-Błaszczak M, Bałanda W, Topolska J, Malicka M. Analiza stanów pourazowych zębów u dzieci w 2004 roku. Forum Ortod 2005; 1: 73-80.
3. Steciuk A, Emerich K. Urazy zębów - przegląd wytycznych postępowania na podstawie piśmiennictwa oraz opisu przypadków. Ann Acad Med Gedan 2016; 46: 65-74.
4. Karłowska I. Zarys współczesnej ortodoncji. PZWL 2016; 353-4.
5. Dominiak M. Podstawy chirurgii stomatologicznej. Akademia Medyczna we Wrocławiu 2010; 128.
6. Paulsen HU, Andreasen JO, Schwartz O. Autotransplantacja przedtrzonowców i krioprezerwacja w przypadkach utraty zębów w odcinku przednim. Forum Ortod 2006; 2: 89-98.
7. Czochrowska E. Autotransplantacja zębów na uniwersytecie w Oslo. Forum Ortod 2009; 5: 33-9.
8. Plakwicz P, Wojtowicz A, Czochrowska EM. Survival and success rates of autotransplanted premolars: a prospective study of the protocol for developing teeth. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2013; 144: 229-37.
9. Roberts WE, Marshall KJ, Mozsary PG. Rigid endosseous implant utilized as anchorage to protract molars and close an atrophic extraction site. Angle Orthod 1990; 60: 135-51.
10. Antoszewska J. Zakotwienie szkieletowe w leczeniu ortodontycznym, Wrocławska modyfikacja wszczepiania TISAD. Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu 2013; 43-104.
11. Antoszewska J, Kawala B, Sarul M. Czynniki wpływające na stabilność implantów ortodontycznych. Metoda wrocławska. Forum Ortod 2010; 6: 5-13.
12. Truszel M, Rojek U, Krukowska-Drozd O, Liśniewska-Machorowska B. Miniśruby - tymczasowe zakotwiczenie kostne w praktyce klinicznej przegląd piśmiennictwa. Forum Ortod 2008; 4: 101-11.
13. Włodarczyk-Górniak O, Pawłowska E. Czynniki wpływające na sukces implantacji miniśrub ortodontycznych - przegląd piśmiennictwa. Ortod Prakt 2017; 1: 35-43.
14. Frank Sz, Wesołowski P, Serzysko M, Głuszko A, Wojtowicz A. Analiza tkanki kostnej w szczęce i żuchwie w celu wyznaczenia optymalnych lokalizacji dla mikroimplantów ortodontycznych. Badania własne na podstawie analizy CBCT. Forum Ortod 2013; 9: 171.
15. Kravitz ND, Kusnoto B. Risks and complications of orthodontic miniscrews. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007; 131: 43-51.
16. Oh H, Herchold K, Hannon S, Heetland K, Golnaz A, Nguyen V, Cho HJ. Orthodontic tooth movement through the maxillary sinus in adult with multiple missing teeth. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2014; 146: 493-505.
17. Segner D, Hasund A. Indywidualna kefalometria. Med Tour Press 2015; 96.
18. Dietrich P. Ortodoncja I Rozwój struktur ustno-twarzowych i diagnostyka. Elsevier 2004; 154-294.
19. Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. Ortodoncja współczesna. Elsevier 2009; 48.
20. Dobrowolska-Zarzycka M, Mitura I, Sidorowicz Ł. Wpływ położenia szczęki i siekaczy górnych na wartość kąta nosowo-wargowego. Forum Ortod 2008; 4: 166-72.
21. Dobrowolska-Zarzycka M, Mitura I, Sidorowicz Ł, Dunin-Wilczyńska I. Wartość kąta nosowo-wargowego w zależności od położenia żuchwy oraz klasy szkieletowej. Forum Ortod 2012; 8: 7-15.

Informacja dla autorów

FORUM ORTODONTYCZNE jest kwartalnikiem publikowanym w języku polskim i angielskim i zawiera z dziedziny ortodontcji prace oryginalne, wywiady, opinie, streszczenia oraz informacje o wydarzeniach w środowisku ortodontycznym.

KATEGORIE PRAC. Przyjęte do druku prace są publikowane w następujących działach:

- *Badania kliniczne*
- *Epidemiologia*
- *Opis przypadków Epidemiologia*
- *Diagnostyka i techniki ortodontyczne*
- *Prace przeglądowe. Do prac przeglądowych zaliczana jest meta-analiza.*
- *Listy do redakcji (są formą prac zaliczanych do dorobku)*

MASZYNOPISY prac oryginalnych muszą być pisane czcionką 12 pkt. z odstępem 1,5 wiersza. Strona tytułowa, podpisy do rycin oraz tytuły i opisy tabel muszą być dwujęzyczne, przy czym napisy w języku angielskim należy pisać kursywą. Treść pracy, streszczenie i słowa kluczowe należy pisać oddzielnie po polsku i po angielsku prostą czcionką.

STRONA TYTUŁOWA zawiera tytuł pracy; imiona, nazwiska, numer ORCID, stopnie lub tytuły naukowe i stanowiska autorów; nazwę instytucji; adres do korespondencji, telefon oraz e-mail. Ze względu na anonimowość powyższe informacje mogą występować tylko na stronie tytułowej, która nie jest udostępniana recenzentom.

STRESZCZENIE złożone z minimum 200, a najwyżej 250 wyrazów polskich i angielskich, pisanych na oddzielnych stronach, powinno mieć formę streszczenia strukturalnego, obejmując cel, materiał i metody, wyniki i wnioski. Pod streszczeniem, na tej samej stronie, należy podać SŁOWA KLUCZOWE (3 do 5 słów lub zwrotów indeksowych w porządku alfabetycznym).

TREŚĆ PRACY pisana na numerowanych stronach oddzielnie po polsku i po angielsku powinna zawierać wstęp, cel, materiał i metody, wyniki, dyskusję i wnioski. Numerowanie maszynopisu zaczyna się od wstępu (nie od strony tytułowej i streszczenia), a kończy się na wnioskach.

PODZIĘKOWANIA. Wszystkie osoby, które nie spełniają kryteriów autorstwa, ale przyczyniły się do powstania pracy, powinny być wymienione w podziękowaniach. Są to kierownicy zakładów, pracownicy techniczni oraz osoby pomocne przy pisaniu tekstu. Należy również podziękować za wsparcie finansowe lub materiałowe, i ujawnić ich źródło.

SPIS PIŚMIENICTWA (REFERENCES LIST) zatytułowany w obu językach należy dołączyć do polskiej wersji pracy i nie powtarzać go w wersji angielskiej. Pozycje piśmiennictwa według kolejności cytowania w tekście powinny być numerowane i pisane z podwójnym odstępem pionowym na oddzielnej stronie. Wszystkie cytowane w tekście pozycje muszą być umieszczone w spisie, i odwrotnie. Zasady pisania i cytowania piśmiennictwa zawarte są w Jednolitych Wymaganiach czasopism biomedycznych, jako tzw. system z Vancouver (JAMA 1993;

269: 2282-6).

Ze względu na koszty druku liczbę dobrej jakości RYCIŃ należy ograniczyć do niezbędnego minimum. Ponumerowane podpisy do rycin (dwujęzyczne) należy podać na oddzielnych stronach, pamiętając, że podpis jest zdaniem oznajmującym, które kończy się kropką. W wersji papierowej na odwrocie rycin należy delikatnie zaznaczyć miękkim ołówkiem numer i górę ryciny, ale powinny pozostać anonimowe, czyli nie wolno ich podpisywać nazwiskiem autora. Publikowanie kolorowych rycin może spowodować obciążenie autora kosztami ich druku.

TABELE. Każdą tabelę należy wydrukować na oddzielnej stronie i podać nad tabelą jej tytuł w obu językach. Numeracja zarówno rycin jak tabel musi być podana w cyfrach arabskich. Po tytule nie należy stawiać kropki. Napisy (dwujęzyczne) w ramach tabel muszą być przygotowane przez autora.

ZGŁASZANIE PRAC. Maszynopisy należy przysyłać na adres: Sekretariat Forum Ortodontycznego, ul. Karmelicka 7, 20-081 Lublin oraz na adres mailowy: biuro@forumortodontyczne.pl, a także przez editors.publisherspanel.com na stronie internetowej Forum Ortodontycznego.

Do maszynopisów musi być dołączone oświadczenie podpisane przez wszystkich autorów pracy:

Niżej podpisani autorzy oświadczają, że praca (tytuł) jest oryginalna, nie była dotychczas publikowana i nie jest zgłoszona do druku w innym czasopiśmie.

Prace są wstępnie oceniane przez sekretarza redakcji Forum Ortodontycznego. Materiały niekompletne lub przygotowane niezgodnie z wymaganiami redakcji będą odsyłane do autorów bez recenzji. Obowiązuje procedura podwójnie anonimowych recenzji (double – blind review proces), w której autorzy i recenzenci nie znają swoich tożsamości. Raz w roku redakcja publikuje spis autorów i spis recenzentów. Recenzowanie prac przez dwóch recenzentów trwa od 2 do 4 tygodni. Po pozytywnym zaopiniowaniu praca zostaje zaakceptowana do druku. Poprawioną według wskazówek recenzentów wersję pracy należy przesłać do redakcji w formie elektronicznej w ciągu 7 dni. Redakcja zastrzega sobie prawo dokonywania niezbędnych zmian po korekcie redaktora języka polskiego i angielskiego. Ostateczną decyzję o przyjęciu pracy do druku podejmuje redaktor naczelny. Autorom nie są wypłacane honoraria z tytułu opublikowania prac. Zgłoszenie przez autora pracy do publikacji jest równoznaczne z przeniesieniem na Wydawcę, na zasadzie wyłączności, całości autorskich praw majątkowych do utworu. Autorzy są zobowiązani do ujawnienia redakcji wszelkich konfliktów interesów (związki osobiste, zależności finansowe, udział sponsorów w badaniach itp.) oraz złożenia oświadczenia o ewentualnych źródłach finansowania. Autorzy ponoszą pełną odpowiedzialność za treść publikowanych artykułów zgodnie z zasadami odpowiedzialności cywilnej.

Information for authors

The quarterly **ORTHODONTIC FORUM** is published in the Polish and English languages and includes original articles related to orthodontics, interviews, book reviews, opinions, abstracts and orthodontic community news.

CATEGORIES OF ARTICLES. Accepted papers are published in the following journal sections:

- *Clinical research*
- *Epidemiology*
- *Case Reports*
- *Diagnostics and Orthodontic Technology – including orthodontic diagnostics, imaging systems, computer simulation of growth or treatment effects, new appliances or devices*
- *Reviews. Meta-analyses are considered review*
- *Letters to the Editor (are considered a form of original papers)*

MANUSCRIPTS of original articles must be submitted in electronic and paper form. Text should be one-and-a-half spaced, using 12-point type. Title page, legends of figures and titles of tables must be bilingual with the English version in italics. Main body of the paper, abstract and key words should be written separately in Polish and English using normal type.

TITLE PAGE includes the title of the paper, the full names, number ORCID, degrees or scientific titles and positions of the authors, institutional affiliations, the corresponding author's address, telephone and e-mail address. Information listed above should appear on the title page only, which in the interest of anonymity is unavailable for reviewers.

ABSTRACT consisting of no less than 200 and no more than 250 words in Polish and English languages written on separate pages should be prepared in a form of structured abstract comprising the aim, material and methods, the main results and conclusions. Abstract should be accompanied at the bottom of the page by **KEY WORDS** (3 to 5 words or phrases in alphabetical order) for indexing purposes.

MAIN BODY written on numerated pages separately in Polish and English languages should include an introduction, aim, material and methods, results, discussion and conclusions.

ACKNOWLEDGEMENTS. All contributors who do not meet the criteria for authorship, and who provided only general support, such as heads of departments, technical assistants or writing assistants, should be mentioned in the Acknowledgements. Financial or other material support should be disclosed and acknowledged.

REFERENCE LIST should be typed double-spaced on separate pages and reference numbers should appear in consecutive numerical order in the text. All references mentioned in the text must appear in the reference list and vice versa. The Uniform Requirements for manuscripts submitted to biomedical journals (Vancouver system) are given in JAMA 1993; 269: 2282-6.

Good quality **FIGURES** must be kept to a reasonable number due

to the cost of publication. Legends of figures (bilingual) should be written on separate pages as affirmative sentences ending with a full stop. At the back of each photograph write the number of the figure and mark lightly in pencil the top with an arrow. Publication of color photographs may burden the author financially.

TABLES – each table numbered in Arabic must be typed on a separate page. The title (not to end with full stop) in two languages must be placed at the top.

SUBMISSION OF MANUSCRIPTS. Manuscripts should be submitted to Orthodontic Forum Secretary Karmelicka 7 str., 20-081 Lublin, Poland and e-mail: **biuro@forumortodontyczne.pl and editors.publisherspanel.com on the website Orthodontics Forum.**

Submitted manuscripts should be accompanied by the following statement signed by all authors:

The undersigned authors warrant that the article (title) is original, has not been published previously and is not under consideration of another journal.

THE REVIEW PROCESS. Preliminary evaluation of research manuscripts is conducted by the Secretary of the Orthodontic Forum. Incomplete materials or those that have not been prepared in compliance with the requirements of the editorial office shall be sent back to the authors without a review made. The obligatory procedure comprises the double-blind process in which the authors and reviewers do not know each other's identities. Once in a year, the editorial office publishes a list of authors and a list of reviewers. It takes two reviewers from two to four weeks to review a research paper. If a positive opinion is issued, the paper receives approval to be passed for press. The version of a paper that has been corrected pursuant to the reviewers' guidelines should be submitted by e-mail to the editorial office within 7 days. The editorial office reserves the right to make any necessary amendments after such paper has been proofread by an editor of the Polish and English languages. It is the editor-in-chief who takes the final decision whether to pass a paper to press. The authors are not paid any remuneration for publication of their papers. Submission by an author of a paper for publication is equivalent with transferring the entirety of the author's economic rights onto the Editor, on an exclusivity basis. The authors shall disclose any conflicts of interests (personal relationships, financial dependence, sponsors' participation in the research, etc.) and make a declaration with regard to possible funding sources. The authors, in compliance with applicable civil liability regulations, shall be held liable for the content of any published papers.



15-18 września 2019 r.
CENTRUM KONGRESOWE ICE
Kraków
Marii Konopnickiej 17
30-302 Kraków



www.zjazdpto.pl

WIODĄCE TEMATY:

- ZABURZENIA STAWÓW SKRONIOWO-ŻUCHWOWYCH I OKLUZJI
- LECZENIE NAKŁADKOWE (ALIGNERS)
- ORTODONCJA CYFROWA
- WOLNE TEMATY

Ważne daty

15.03.2019

Otwarcie rejestracji

20.05.2019

Termin nadsyłania streszczeń prezentacji. Zakładka „dla uczestników”

25.06.2019

Zawiadomienie o akceptacji streszczeń przez Komitet Naukowy

30.06.2019

Termin niższej opłaty zjazdowej - UWAGA! Liczy się data zaksięgowania

15.09.2019 (niedziela)

Kursy przedzjazdowe

16-17.09.2019

ZJAZD PTO

16.09.2019

Walne zebranie

18.09.2019 (środa)

Kursy pozjazdowe

Dane kontaktowe

+48 661-306-885

info@zjazdpto.pl

Wykładowcy 22. Zjazdu PTO

Dr Ambrosina Michelotti BDS 1, DDS 2, specjalista ortodonta, profesor nadzwyczajny (Włochy)

Tytuł wykładu inauguracyjnego: *Asymetrie w obrębie trzonu żuchwy związane z dysfunkcjami stawu skroniowo-żuchwowego*

Alberto Canabez Berthet (Hiszpania)

Tytuł wykładu: *Diagnostowanie i planowanie leczenia u pacjentów z uzębieniem mieszanym. Pacjenci bracho i dolichocefaliczni: cefalometryczna diagnostyka różnicująca, możliwości i planowanie leczenia*

Jonathan Sandler, A.M. Murray

(Wielka Brytania)

Tytuł wykładu: *Ortodoncja oparta na faktach we współczesnej praktyce*

Alessandro Mario Greco (Włochy)

Tytuł wykładu: *Ortodoncja cyfrowa z alignerami Invisalign: moc prostoty*

Pablo Echarri (Hiszpania)

Tytuł wykładu: *CA Clear Aligner. Aktualny stan wiedzy*

Ivan Malagon (Hiszpania)

Tytuł wykładu: *Narzędzia i protokoły cyfrowe w projektowaniu uśmiechu (Smile Architecture) dla zrównoważonej funkcji i estetyki całego narządu żucia*

Dr Sonil Kalia (Wielka Brytania)

Tytuł wykładu: *Rozważania i aspekty biomechaniczne w skutecznym leczeniu alignerami Orthocaps*

Dr hab. n. med. Ewa Czochrowska

Tytuł wykładu: *Autotransplantacje zębów w leczeniu ortodontycznym*

Prof. dr hab. Joanna Antoszewska-Smith

Tytuł wykładu: *Estetyka w ortodoncji*

Prof. dr hab. Bartłomiej W. Loster

Tytuł wykładu: *Czy istnieje zależność pomiędzy wadami okluzji i dysfunkcjami układu ruchowego narządu żucia?*

Prof. dr hab. Piotr Fudalej

Tytuł wykładu: *Ortodoncja w cyfrowych czasach – szanse i zagrożenia*

Dr n. med. Liwia Minch

Tytuł wykładu: *Leczenie interdyscyplinarne – moda czy konieczność?*

Dr Katarzyna Wiśniewska

Tytuł wykładu: *Centralna relacja, wyzwania dla ortodontów*

Dr n. med. Michał Tarnawski

Tytuł wykładu: *Diagnoza 3D wspomagana cyfrowo*

M

MEMOTAIN®

REWOLUCJA W TECHNOLOGII RETAINERÓW

Memotain®_NiTi CAD/CAM Retainer



**Precyzyjne pozycjonowanie dzięki procesowi
cyfrowego projektowania 3D**

**Proste przesyłanie
przypadków dzięki
portalowi MEMOTAIN®**



KONTAKT DO PRZEDSTAWICIELI ORMCO W POLSCE:

Agnieszka Plaszczyk, tel: 600 334 589

Grzegorz Zwoliński, tel: 600 334 591

Maciej Szymański, tel: 600 334 639

Monika Wolska, tel: 785 620 534

Marek Grygiel, tel: 600 334 857

Tomasz Litwinowicz, tel: 697 210 279

Ormco
www.ormco.pl

© 2019 Ormco Corporation