

Methods of determining shape of dental arch vs choice of prefabricated orthodontic arch wires in patients before orthodontic treatment – review of literature

Sposoby określania kształtu łuku zębowego a dobór prefabrykowanych łuków ortodontycznych u pacjentów przed leczeniem ortodontycznym – przegląd piśmiennictwa

Daria Babicz, Anna Hille-Padalis, Bartłomiej W. Loster

Katedra Ortodontcji, Instytut Stomatologii, Wydział Lekarski, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, Kraków, Polska
Chair of Orthodontics, Dental Institute, Faculty of Medicine, Jagiellonian University Medical College, Cracow, Poland
Head: prof. B.W. Loster

Abstract

The shape and size of the dental arch are individual and unique for each human being. Over the years, scientists have worked very hard to try to define the shape of the human dental arch. In general, there are two ways of classification – a simple and a more complex one. It is believed that preservation of the original form of the dental arch during orthodontic treatment increases the success of its outcome, and the correct recognition of the shape of the dental arch allows achieving a stable, functional and aesthetic occlusion. Therefore, the choice of the orthodontic arch is one of the most important stages of orthodontic diagnostics. The aim of the study was to go through the previously published material on the subject and to analyse the correlation between the natural shape of the dental arch and the shape of prefabricated arch wires used during orthodontic treatment in order to select an optimal method of determining the form of the orthodontic arch. The literature review was based on following medical databases: PubMed, Cochrane and Embase. The key words used in the research were: dental arch, dental arch shape, ideal dental arch, arch wires, preformed arch wires. Moreover, a review of Polish medical journals was carried out. Eventually, 28 papers were qualified for the analysis. An important element of the orthodontic diagnosis is correct determination of the shape of the dental arch since it affects the course and stability of the orthodontic treatment. There are many methods of

Streszczenie

Kształt i rozmiar łuku zębowego są indywidualne i niepowtarzalne dla każdego człowieka. Przez lata dużo wysiłku włożono, próbując zdefiniować kształt ludzkiego łuku zębowego. Wyodrębniono dwa sposoby klasyfikacji jego kształtów- proste oraz bardziej złożone. Uważa się, iż zachowanie oryginalnej formy łuku w czasie leczenia ortodontycznego zwiększa jego powodzenie, a prawidłowe rozpoznanie kształtu łuku zębowego umożliwia uzyskanie stabilnej, funkcjonalnej i estetycznej okluzji. Dlatego też dobór łuku ortodontycznego jest jednym z ważniejszych etapów diagnostyki ortodontycznej. Celem pracy była analiza dotychczas opublikowanych badań dotyczących relacji między kształtem łuku zębowego a kształtem stosowanych łuków ortodontycznych oraz wyselekcjonowanie metody pozwalającej określić odpowiednią formę łuku ortodontycznego prefabrykowanego dla pacjentów przed leczeniem ortodontycznym. Przeprowadzono przegląd piśmiennictwa, wykorzystując medyczne bazy danych: PubMed, Cochrane oraz Embase. Użyto słów kluczowych: dental arch, dental arch shape, ideal dental arch, arch wires, preformed arch wires. Dodatkowo dokonano przeglądu polskich czasopism medycznych. Do analizy zakwalifikowano 28 prac. Określenie kształtu łuku zębowego jest istotnym elementem diagnostyki ortodontycznej. Prawidłowe jego wyznaczenie wpływa na przebieg leczenia ortodontycznego oraz jego stabilność. Istnieje

KEYWORDS:

dental arch, dental arch shape, ideal dental arch, arch wires, preformed arch wires

HASŁA INDEKSOWE:

łuk zębowy, kształt łuku zębowego, idealny łuk zębowy, łuki ortodontyczne, łuki prefabrykowane

determining the course of the dental arch. Choosing the correct one makes it easier for the clinician to select the right orthodontic arch for the patient before the commencement of treatment. As a result, it is more likely that uncontrolled changes in the dental arch will be avoided, thus improving the stability of treatment effects. Even though cautious evaluation of the shape of the dental arch and the correct choice of the orthodontic arch dedicated to an individual patient are very important, clinicians still rarely respect them. One of the main conclusions of the literature review concerning the above-mentioned problems is that further research should be done regarding this area of orthodontic treatment.

One of the aims of orthodontic treatment is the alignment of teeth in the dental arch. Its shape is initially determined by the alveolar ridge system, and then by the erupting teeth, muscles surrounding the mouth and intra-oral forces arising during the functioning of the masticatory system.¹⁻³ There are many authors who claim that the shape and size of the dental arch is individual and unique for each person, therefore, the main goal of treatment in a given patient is to obtain a nearly custom-made arch.^{4,5} Correct and accurate orthodontic diagnosis is substantial for maintaining the effects of orthodontic treatment. By correctly identifying the form of the dental arch, it is possible to achieve stable, functional and aesthetic occlusion. It should be emphasized that any mistakes or changes in the shape or size of the arch during treatment may increase the probability of relapse after treatment. Constrictions or expansions, especially at the level of the canines and molars, are the hardest to plan or control when instability in orthodontics is concerned.³⁻⁸ Despite the fact that the shape of the dental arch for patients with malocclusion is disordered, changes triggered by the orthodontic tooth movements should not disturb the balance between the alveolar bone and the teeth and muscles surrounding these structures.³ In 2000, the term “WALA ridge” was offered by W. Andrews and L. Andrews to define the structure that estimates the level of “the bone base”, which is the limit for orthodontic movements and the most prominent part on the alveolar ridge soft tissues leading to

wiele metod pozwalających wyznaczyć przebieg łuku zębowego. Wybór tej odpowiedniej ułatwia klinicyście dobór właściwego łuku ortodontycznego dla pacjenta przed rozpoczęciem leczenia. Dzięki temu można uniknąć niekontrolowanych zmian w zakresie szerokości łuku zębowego, wpływając na poprawę stabilności efektów leczenia. Ocena kształtu łuku zębowego i wybór odpowiedniego łuku ortodontycznego indywidualnie dla każdego pacjenta są bardzo ważne, ale wciąż rzadko respektowane przez wielu klinicystów. Wyniki przeglądu skłaniają do dalszych badań w tym zakresie.

Jednym z założeń leczenia ortodontycznego jest uszeregowanie zębów w łuku zębowym. Jego kształt jest pierwotnie ustalony poprzez układ wyrostka zębodołowego, a następnie przez wyrzynające się zęby, mięśnie otaczające jamę ustną oraz wewnątrzustne siły powstające podczas funkcji narządu żucia.¹⁻³ Wielu autorów twierdzi, że kształt i rozmiar łuku zębowego jest indywidualny dla każdego i niepowtarzalny, dlatego głównym celem leczenia jest uzyskanie takiego łuku, który będzie idealny dla danego pacjenta.^{4,5} Prawidłowa i dokładna diagnostyka jest warunkiem utrzymania efektów leczenia ortodontycznego. Dzięki poprawnemu zidentyfikowaniu kształtu łuku zębowego możliwe jest osiągnięcie stabilnej, funkcjonalnej i estetycznej okluzji. Każdy błąd lub zmiany kształtu i rozmiaru łuku w trakcie leczenia mogą zwiększyć prawdopodobieństwo nawrotu wady po zakończonym leczeniu.

Nieplanowane i niekontrolowane zwężenia lub poszerzenia, zwłaszcza w okolicy kłów i zębów trzonowych, są najmniej stabilnymi ruchami w ortodoncji.³⁻⁸ Pomimo tego, że pacjenci z wadami zgryzu mają zaburzony kształt łuku zębowego, zmiany zachodzące w trakcie ortodontycznych przesunięć zębów nie powinny zakłócać równowagi między kością wyrostka zębodołowego a zębami oraz mięśniami otaczającymi te struktury.³ W 2000 roku W. Andrews i L. Andrews zaproponowali termin „wał WALA” (WALA ridge), aby określić strukturę odzwierciedlającą poziom bazy kostnej, stanowiącej granicę dla ortodontycznych

the occlusal plane. The authors suggest that the horizontal outline of the “WALA ridge” reflects the initial shape of the dental arch of the mandible, and the forms of orthodontic arches should be selected in relation to it before treatment. That hypothesis, however, has not yet been thoroughly examined or proven.⁹⁻¹¹

The aim of the study was to analyse the previously published studies on the subject of correlation between the shape of the dental arch and the shape of orthodontic arches used, and then to select a method of determining the appropriate form of prefabricated orthodontic arch for patients before orthodontic treatment.

The literature review on the methods of determining the shape of the dental arch and its correlation with prefabricated orthodontic arch wires was carried out using the following medical databases: PubMed, Cochrane and Embase. The following keywords were used: dental arch, dental arch shape, ideal dental arch, arch wires, preformed arch wires. In addition to the above-mentioned ones, the current and past issues of Polish medical journals: “Journal of Stomatology” and “Dental and Medical Problems” were also reviewed, using the following key words: dental arch, dental arch shape, ideal dental arch, orthodontic arch wires, prefabricated orthodontic arch wires. Finally, 28 papers, whose material was closely related to the subject of the research, written in English, and published between 1934 and 2016, were qualified for the analysis.

In 1971, Brader initiated a series of research focusing on the shape of the human dental arch. On the basis of morphometric measurements he developed an experimental mathematical curve, which was suitable for a preliminary approximation of the dental arch curve and served as his geometrical model.¹² Over the years, two methods of classifying the arches – simple and more complex – were distinguished. Simple methods describe such arches as, for example, elliptical, parabolic, U-shaped, mostly because it has been suggested that the ideal way to describe the curve of the dental arch is to use the mathematical curve.¹³ Complex methods use various mathematical functions to

przesunąć. Jest to najbardziej prominentna część prążka na tkankach miękkich wyrostka zębodołowego, w jego przebiegu w kierunku okluzyjnym. Autorzy sugerują, iż zarys tego wału w płaszczyźnie horyzontalnej odpowiada wyjściowemu kształtowi łuku zębowego żuchwy, i to względem niego powinna być dobierana forma łuków ortodontycznych u pacjentów przed leczeniem. Jednakże hipoteza ta nie została jeszcze dokładnie zbadana i udowodniona.⁹⁻¹¹

Celem pracy była analiza dotychczas opublikowanych badań dotyczących relacji między kształtem łuku zębowego a kształtem stosowanych łuków ortodontycznych oraz wyselekcjonowanie metody pozwalającej określić odpowiednią formę łuku ortodontycznego prefabrykowanego dla pacjentów przed leczeniem ortodontycznym.

Przeprowadzono przegląd piśmiennictwa na temat metod określania kształtu łuku zębowego oraz jego korelacji z prefabrykowanymi łukami ortodontycznymi. Wykorzystano medyczne bazy danych: PubMed, Cochrane oraz Embase. Użyto słów kluczowych: dental arch, dental arch shape, ideal dental arch, arch wires, preformed arch wires. Dokonano również przeglądu aktualnych i archiwalnych numerów polskich czasopism medycznych: Journal of Stomatology oraz Dental and Medical Problems, używając słów kluczowych: łuk zębowy, kształt łuku zębowego, idealny łuk zębowy, łuki ortodontyczne, prefabrykowane łuki ortodontyczne. Ostatecznie do analizy zakwalifikowano 28 prac w języku angielskim, opublikowanych w latach 1934-2016, których materiał był ściśle związany z założeniami pracy.

W 1971 roku *Brader* zapoczątkował fałę badań dotyczących kształtu ludzkiego łuku zębowego. Na podstawie pomiarów morfometrycznych opracował eksperymentalną krzywą matematyczną, która pozwalała na wstępne przybliżenie krzywej łuku zębowego i służyła za jego model geometryczny.¹² W późniejszych latach wyodrębniono dwa sposoby klasyfikacji kształtów łuków - proste oraz bardziej złożone. Metody proste opisują łuki jako np. eliptyczne, paraboliczne, U-kształtne. Sugerowano, że idealnym sposobem, aby opisać krzywiznę łuku zębowego, jest wykorzystanie krzywej matematycznej.¹³ Metody zło-

define this curve in a more complex way like parabola, semi-ellipse, catenary curve, conic curve, polynomials from the second to the eighth degree.^{3,14-16} However, recent studies invalidate the idea of the existence of a one ideal and yet universal dental arch template, especially for the orthodontic purposes, which indicates that the forms of dental arches are very individual and the use of different variations of arches in one patient during treatment should be avoided. Classification of orthodontic arch shapes is particularly important when using arches with shape memory property. Although there are many commercial forms of arches available, the key to systematize them is not a scientific evidence but unfortunately mostly the beliefs of orthodontists concerned with the area of arch shapes.¹⁷

In 1934, in the early stages of the straight wire technique development, *Chuck*¹⁸ underlined the importance of choosing the right form of orthodontic arches in planning the treatment. He underlined the fact that using a given arch determines the shape of the dental arch and creates the perfect outline for which we align the teeth. To prove this, he recalled one of the earliest trials to determine the shape of the orthodontic arch described by Bonwill. This method was based on measurements of dimensions in the dentition, calculations and presentation of these data by graphical methods using mathematical curves. It was introduced into orthodontics by Hawley, and thus termed the "Bonwill-Hawley's method". In order to improve the effectiveness of orthodontic treatment a classic Bonwill-Hawley's blank form was introduced for prefabricated stainless steel arch wires. With the development of the edgewise technique, in the 1970s Andrews work evolved in developing more arch frames based on his long-term research on a group of patients without history of orthodontic treatment and normal occlusion. Afterwards, they were modified by *Roth*,¹⁹ based mainly on his clinical experience. These new orthodontic arch templates were positively received and became standard in the edgewise system. Until the introduction of NiTi arch wires into orthodontics, Roth's forms of stainless steel arch wires, corrected and adjusted individually for

zone wykorzystują różne funkcje matematyczne określające tę krzywą: parabola, półelipsa, krzywa łańcuchowa, krzywa stożkowa, wielomiany od drugiego do ósmego rzędu.^{3,14-16} Jednak ostatnie badania unieważniają istnienie pojedynczego idealnego szablonu łuku zębowego, a co za tym idzie ortodontycznego dla wszystkich, co wskazuje na to, iż formy łuków zębowych są bardzo indywidualne i należy unikać stosowania różnych odmian kształtów łuków u jednego pacjenta w trakcie trwania leczenia. Klasyfikacja kształtów łuków ortodontycznych jest szczególnie ważna, gdy używamy łuków z pamięcią kształtów. Chociaż istnieje wiele handlowych form łuków, są one systematyzowane nie w oparciu na dowodach naukowych, ale w większości jedynie na podstawie przekonań ortodontów zajmujących się kształtami łuków.¹⁷

W 1934 r. *Chuck*¹⁸ w swojej pracy podkreślił ważność doboru formy łuków ortodontycznych w planowaniu leczenia techniką łuku prostego w pierwszych latach jej rozwoju, w której stosując dany łuk, określamy z góry kształt łuku zębowego i stwarzamy idealny zarys, względem którego ustawiamy zęby. Przywołał jedną z najwcześniejszych prób określenia kształtu łuku ortodontycznego opisaną przez *Bonwilla*. Metoda ta bazowała na pomiarach wymiarów w obrębie uzębienia, obliczeniach oraz przedstawianiu tych danych metodami graficznymi, tzn. krzywymi matematycznymi. Technika ta została wprowadzona do ortodoncji przez *Hawley'a* i nazwana metodą Bonwill-Hawley. W celu poprawy skuteczności leczenia ortodontycznego wprowadzono klasyczny formularz (blank) Bonwill-Hawley dla prefabrykowanych łuków ze stali szlachetnej. Wraz z rozwojem techniki edgewise, w latach 70. pojawiały się kolejne formularze (szablony, org. „blanks”) opracowane przez *Andrewsa* na podstawie jego długoletnich badań na grupie pacjentów nieleczonej ortodontycznie z normalną okluzją, a następnie modyfikowane przez *Rotha*,¹⁹ bazującego głównie na swoim klinicznym doświadczeniu. Te nowe szablony łuków ortodontycznych spotkały się z dobrym odbiorem i stały się standardem w systemie łuku krawężnego. Do czasu wprowadzenia łuków NiTi do ortodoncji, przedstawione przez *Rotha* formy łuków ortodontycznych ze stali

each patient, met the requirements of the Bonwill-Hawley procedure called “blanks”.

The main disadvantage of using the elastic NiTi arch wires during orthodontic treatment is inability to adjust the shape of the arch individually for each patient. Despite this fact, many orthodontists do not pay attention to the shape and size of the NiTi arch wires, which are used especially in the first phase of treatment, believing that the natural shape of the dental arch can be restored with steel wires with appropriate bending adjustments.

It must be said that this method is not widely accepted since it leads to round tripping movement of the teeth and increases the risk of failure and complications. Due to this fact, it is important to choose the right form of arch wires at the early stages of treatment to avoid unnecessary and uncontrolled movements of the teeth beyond their naturally defined limits.⁴ Currently, preformed NiTi arch wires are available in a wide range of shapes; manufacturers of orthodontic materials usually prepare them in sets of three types (square, ovoid and tapered) of different width at the level of canines.^{17,20}

So far, the studies published on the subject of the shapes of orthodontic archwires have focused on the adaptation of prefabricated arch wires to the dental arches of patients before orthodontic treatment. For most of the studies, the main assumption was to analyse the arch wires based on the shape of the dental arches of patients with ideal occlusion and no history of orthodontic treatment. The following inclusion criteria for treatment were used: complete permanent dentition including second molars, Angle’s Class I, canine’s Class I, normal overjet and overbite, lack of anterior and posterior cross-bite or scissor bite, lack of gingival recession, lack of crowding, spacing or rotations, lack of attrition, no anomalies in the number and shape of teeth, no supernumerary teeth, missing tooth germs irregularities in the structure and eruption of teeth, lack of extensive restorations in the teeth or prosthetic restorations, no current or past orthodontic treatment.^{3-8,21,14-16,22,23} Initially, in order to determine the course of curvature of the dental arch for comparative analysis, anatomical points on the incisal edges of the incisors and

nierdzewnej, korygowane i dopasowywane indywidualnie dla każdego pacjenta, spełniały wcześniej przyjęte warunki procedury Bonwill-Hawley zwanej „blanks”.

Zastosowanie elastycznych łuków NiTi w trakcie leczenia ortodontycznego wiąże się z brakiem możliwości dostosowania kształtu łuku indywidualnie dla każdego pacjenta. Pomimo to, wielu ortodontów nie przykładają wagi do kształtu i rozmiaru łuków NiTi, stosowanych szczególnie w pierwszej fazie leczenia wierząc, że naturalny kształt łuku zębowego można przywrócić, stosując łuki stalowe z odpowiednimi dogięciami. Metoda ta nie jest jednak powszechnie akceptowana, ponieważ prowadzi do „round tripping movement” zębów i zwiększa ryzyko wystąpienia niepowodzenia oraz powikłań. Ze względu na ten fakt, już na pierwszym etapie leczenia ważne jest wybranie odpowiedniej formy łuku, aby uniknąć niepotrzebnych, niekontrolowanych ruchów zębów poza naturalnie wyznaczone granice.⁴ Aktualnie wstępnie formowane łuki NiTi są dostępne w szerokiej gamie kształtów i są przeważnie przygotowywane w zestawach trzech typów (kwadratowy, owalny i zwężający „tapered”) przez wielu producentów materiałów ortodontycznych, różniąc się w zakresie szerokości na poziomie kłów.^{17,20}

Opublikowane dotychczas badania nad kształtami łuków ortodontycznych skupiały się na doborze prefabrykowanych łuków ortodontycznych do łuków zębowych pacjentów przed leczeniem ortodontycznym. Założeniem większości z nich była analiza łuków utworzonych zgodnie z kształtem łuku zębowego pacjenta z idealną okluzją, nieleczonego wcześniej ortodontycznie. Kryteriami włączającymi do badania były: pełne uzębienie stałe, włączając drugie zęby trzonowe, I klasa Angle’a, I klasa kłowa, prawidłowy nagryz poziomy i pionowy, brak zgryzu krzyżowego przedniego oraz bocznego lub zgryzu przewieszzonego, brak recesji dziąsłowych, brak stłoczeń, szparowatości i rotacji, brak atrycji, brak zaburzeń w liczbie i budowie zębów, brak zębów nadliczbowych, braków zawiązków zębów, nieprawidłowości w budowie oraz wyrzynaniu zębów, brak rozległych wypełnień w zębach oraz uzupełnień protetycznych, brak aktualnego lub przebytego leczenia ortodontyczne-

cusps on canines, premolars and molars were used. However, it has been shown that despite their biological importance, there is no clinical evidence of usefulness of conventional anatomical points in choosing the form of the orthodontic arch wire. Further research of the correct method of determining the shape of the dental arch proved that the orientation points on the vestibular surface of the teeth directly reflect the correct clinical shape of the arch wire because they correspond very well with the position of the brackets in the straight wire technique.^{21,24,25} These points, called "FA points" (facial axis points), were defined as the center points on the facial axis of the clinical crown in the places of the largest prominence on all teeth, except for molars, on which they are marked in the mesio-buccal groove. The analysis of the arches was carried out at the level of canines and first molars by taking into account the following main biometric measurements used in orthodontics: measurements of intercanine and intermolar width. Moreover, the ratios of the above-mentioned parameters in relevance to each other in both dental arches were calculated.

Braun,⁴ examining a group of 15 patients with Class I and full permanent dentition, evaluated the shapes of thirty-three NiTi arch wires of various manufacturers, verifying which ones are the closest to the dental arches. For this purpose, he used plaster models with marked reference points placed in positions corresponding to the position of the brackets during orthodontic treatment. Next, the curve of the mathematical Beta function of the dental arches was plotted and compared with the arch wires on which the orthodontic points were placed in points according to the selected models. Relying on the results of the research he claimed that all tested prefabricated orthodontic arches are larger in the intercanine and intermolar region than natural dental arches. In subsequent studies, *Oda*²³ compared the sizes of twenty commonly available NiTi arch wires from eight different companies with dental arches in the mandible, in the Japanese population. The inclusion criteria in the analysis did not differ from those used in the earlier studies. Measuring points on thirty models were FA points, but also the thickness

go.^{3-8,14-16,21-23} Początkowo, celem wyznaczenia przebiegu krzywizny łuku zębowego do analizy porównawczej, używano anatomicznych punktów na brzegach siecznych zębów siecznych i guzkach na kłach, zębach przedtrzonowych i trzonowych. Dowiedziono jednak, że pomimo swojego biologicznego znaczenia, konwencjonalne punkty anatomiczne nie dostarczają dowodów klinicznych potwierdzających ich użyteczność w wyborze formy łuku ortodontycznego. Dalsze poszukiwania właściwej metody określania przebiegu kształtu łuku zębowego dowiodły, iż punkty orientacyjne obrane na powierzchni przedsionkowej zębów dają bezpośrednio odzwierciedlenie prawidłowego klinicznego kształtu łuku ortodontycznego, ponieważ bardzo dobrze korespondują z pozycją zamków w technice leczenia metodą łuku prostego.^{21,24,25} Punkty te, określane jako FA (facial axis points), zostały zdefiniowane jako punkty środkowe na osi twarzowej korony klinicznej w miejscach największych wypukłości na wszystkich zębach, z wyjątkiem zębów trzonowych, na których oznaczane są w bruzdzie mezjalno-policzkowej. Analizę łuków przeprowadzano na poziomie kłów i pierwszych zębów trzonowych. Uwzględniano głównie podstawowe pomiary biometryczne stosowane w ortodoncji: pomiary szerokości międzykłowej i międzytrzonowcowej oraz liczono stosunki tych parametrów względem siebie w obu łukach zębowych.

Braun,⁴ badając grupę 15 pacjentów z klasą I oraz pełnym uzębieniem stałym, ocenił kształty 33 łuków ortodontycznych NiTi różnych firm sprawdzając, które z nich są najbardziej zbliżone do łuków zębowych. W tym celu wykorzystał modele gipsowe z oznaczonymi punktami referencyjnymi w miejscach odpowiadających pozycji zamków w trakcie leczenia ortodontycznego. Następnie wykreślano krzywą matematycznej funkcji Beta dla łuków zębowych i porównywano z łukami ortodontycznymi, na których umieszczono zamki ortodontyczne w punktach zgodnych z obranymi na modelach.

Na podstawie uzyskanych wyników określił, iż wszystkie przebadane prefabrykowane łuki ortodontyczne są większe w zakresie szerokości międzykłowej i międzytrzonowcowej od naturalnych łuków zębowych. W kolejnych badaniach, *Oda*²³

of the base of the orthodontic brackets used had been taken into account. The results showed that the width of most of the analysed orthodontic arch wires is smaller than the average width of the dental arch. At the level of canines, only two out of twenty arch wires were wider, and at the level of the first molars only one arch was wider than the average human dental arch. *Bhowmik*⁷ examined fifteen rectangular NiTi arch wires (0.019 x 0.025) in relations to the arch shapes of 40 patients (20 female and 20 male models) with normal occlusion, the Indian population. As in several previous studies, he plotted the curve of the Beta function to determine the average shape of the human dental arch. It has been shown that with some exceptions, the intercanine and intermolar widths of all the NiTi arch wires examined are much larger than average of the dental arches for both sexes. The latest published research confirms the previous reports which maintains that prefabricated orthodontic arch wires available on the market, despite the diversity of shapes and sizes, do not fully meet the requirements for the preservation of the natural shape of the dental arch during orthodontic treatment. This is particularly noticeable in different ethnic groups, as most arches are produced by companies originating from South America or Europe, considering data obtained in a given population.^{6,27}

Summary

The shape of the dental arch is a unique result of development of an individual. The results of this literature review concerning the correlation between the shape of the dental arch and prefabricated orthodontic arch wires validate the importance of their careful selection for each patient before the treatment starts. The analysed studies have shown more or less significant differences in the area of the intercanine and intermolar width between the dental arches and arch wires. Ignoring this fact and using the same form of arch in different ethnic groups or even within only a group of own patients, may lead to expansion or constriction of the patient's dental arch during orthodontic treatment, which results in reduced stability of treatment effects.

porównywał rozmiary 20 powszechnie dostępnych łuków ortodontycznych NiTi z 8 różnych firm z łukami zębowymi w żuchwie, w populacji Japonii. Kryteria włączenia do analizy nie odbiegały od zastosowanych w poprzednich badaniach. Punkty pomiarowe na 30 modelach stanowiły punkty FA, uwzględniając również grubość podstawy zastosowanych zamków ortodontycznych. Uzyskane wyniki pokazały, iż szerokość większości analizowanych łuków ortodontycznych jest mniejsza niż średnia szerokość łuku zębowego. Na wysokości kłów jedynie 2 z 20 łuków były szersze, a na poziomie pierwszych zębów trzonowych tylko 1 łuk był szerszy niż średnia dla ludzkiego łuku zębowego. *Bhowmik*⁷ przebadał 15 krawężnych łuków NiTi (0,019 x 0,025) w odniesieniu do kształtów łuków modeli 40 pacjentów (20 płci żeńskiej i 20 płci męskiej) z normalną okluzją, populacji hinduskiej. Podobnie jak w kilku poprzednich badaniach, wykreślał krzywą funkcji Beta, celem określenia średniego kształtu ludzkiego łuku zębowego. Wykazano, że poza paroma wyjątkami, szerokości międzykłowe i międzytrzonowcowe wszystkich badanych łuków NiTi są znacznie większe niż średnia łuków zębowych u obu płci. Najnowsze opublikowane badania potwierdzają doniesienia z poprzednich, iż powszechnie dostępne na rynku prefabrykowane łuki ortodontyczne, pomimo różnorodności kształtów i rozmiarów, nie spełniają w pełni wymogów zachowania naturalnego kształtu łuku zębowego w trakcie leczenia ortodontycznego.^{8,20,22,26} Szczególnie jest to zauważalne w różnych grupach etnicznych, gdyż większość łuków jest produkowana przez firmy pochodzące z Ameryki Południowej lub Europy, uwzględniając dane uzyskane w danej populacji.^{6,27}

Podsumowanie

Kształt łuku zębowego jest niepowtarzalnym wyrazem indywidualnego rozwoju człowieka. Przedstawione wyniki przeglądu piśmiennictwa dotyczącego korelacji między kształtem łuku zębowego a kształtami prefabrykowanych łuków ortodontycznych, potwierdzają zasadność starannego ich doboru dla każdego pacjenta przed rozpoczęciem leczenia. W przeanalizowanych przez

In general, today orthodontists accept the importance of observing the natural course of the shape of the dental arch and respect the limits of orthodontic tooth movements dictated by the construction of the bone base. However, economic reasons or habits often lead to a limitation in the selection of orthodontic arch wires to one or two most popular forms. The results of our review indicate how important it is to choose the proper shape of the arch wire for the individual case before undertaking orthodontic treatment and hopefully, encourage further research in this area.

nas badaniach wykazano występowanie mniej lub bardziej istotnych różnic w zakresie szerokości międzykłowej i międzytrzonowcowej między łukami zębowymi a ortodontycznymi. Pominięcie tego faktu i zastosowanie tej samej formy łuku w różnych grupach etnicznych, a nawet w obrębie tylko grupy własnych pacjentów, może doprowadzić zarówno do poszerzenia, jak i zwężenia łuku zębowego pacjenta w trakcie leczenia ortodontycznego, co skutkuje zmniejszeniem stabilności efektów leczenia.

Współcześni ortododenci generalnie akceptują zasadność przestrzegania naturalnego przebiegu kształtu łuku zębowego oraz respektują granice ortodontycznych przesunięć zębowych dyktowane przez budowę bazy kostnej. Jednak często względy ekonomiczne bądź przyzwyczajenia prowadzą do ograniczania się w wyborze łuków ortodontycznych do 1-2 najpopularniejszych form. Wyniki naszego przeglądu dowodzą, jak ważny jest dobór odpowiedniego kształtu łuku ortodontycznego do indywidualnego przypadku przed leczeniem ortodontycznym oraz skłaniają do dalszych badań w tym zakresie.

References

1. *Proffit WR*: Equilibrium theory revisited: factors influencing position of the teeth. *Angle Orthod* 1978; 48: 175-186.
2. *Braun S, Hnat WP, Fender DE, Legan HL*: The form of the human dental arch. *Angle Orthod* 1998; 68: 29-36.
3. *Triviño T, Siqueira DF, Scanavini MA*: A new concept of mandibular dental arch forms with normal occlusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008; 133: 20-26.
4. *Braun S, Hnat WP, Leschinsky R, Legan HL*: An evaluation of the shape of some popular nickel titanium alloy preformed arch wires. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999; 116: 1-12.
5. *Arai K, Will LA*: Subjective classification and objective analysis of the mandibular dental-arch form of orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011; 139: e315-e321.
6. *Bayome M, Sameshima GT, Kim Y, Nojima K, Baek SH, Kook YA*: Comparison of arch forms between Egyptian and North American white populations. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2011; 139: e245-e252.
7. *Bhowmik SG, Hazare PV, Bhowmik H*: Correlation of the arch forms of male and female subjects with those of preformed rectangular nickel-titanium archwires. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012; 142: 364-373.
8. *Dacha K, Sawaengkit P, Chaiwat J, Tiensuwan M*: Clinical implications of preformed archwire selection on the treatment of angle class I/II division 1 malocclusions in thais. *J Clin Diagnostic Res* 2015; 9: ZC24-ZC29.

9. *Andrews LF*: The 6-elements orthodontic philosophy: Treatment goals, classification, and rules for treating. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015; 148: 883-887.
10. *Ball RL, Miner RM, Will LA, Arai K*: Comparison of dental and apical base arch forms in Class II Division 1 and Class I malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 138: 41-50.
11. *Ronay V, Miner RM, Will LA, Arai K*: Mandibular arch form: The relationship between dental and basal anatomy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008; 134: 430-438.
12. *Brader AC*: Dental arch form related with intraoral forces: PR=C. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1972; 61: 541-561.
13. *Begole EA*: Application of the Cubic Spline Function in the Description of Dental Arch Form. *J Dent Res* 1980; 59: 1549-1556.
14. *Alharbi S, Alkofide EA, Almadi A*: Mathematical analyses of dental arch curvature in normal occlusion. *Angle Orthod* 2008; 78: 281-287.
15. *Ferrario VF, Sforza C, Miani A, Tartaglia G*: Mathematical definition of the shape of dental arches in human permanent healthy dentitions. *Eur J Orthod* 1994; 16: 287-294.
16. *Mahtab N, Sohrab A, Akbarzadeh BA, Motahhareh A, Mohammad S*: Objective vs subjective analyses of arch form and preformed archwire selection. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2016; 149: 543-554.
17. *Lee S, Lee S, Lim J, Park H, Wheeler TT*: Method to classify dental arch forms. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011; 140: 87-96.
18. *Chuck GC*: Ideal Arch Form. *Angle Orthod* 1934; 4: 312-327.
19. *Roth R*: The straight-wire appliance 17 years later. *J Clin Orthod* 1987; 21: 632-642.
20. *Saze N, Arai K*: Variation in form of mandibular, light, round, preformed NiTi archwires. *Angle Orthod* 2016; 86: 796-803.
21. *Camporesi M, Franchi L, Baccetti T, Antonini A*: Thin-plate spline analysis of arch form in a Southern European population with an ideal natural occlusion. *Eur J Orthod* 2006; 28: 135-140.
22. *Hedayati Z, Fakhri F, Moshkel V, Wire A*: Comparison of Commercially Available Arch Wires with Normal Dental Arch in a Group of Iranian Population. *J Dent Shiraz Univ Med Sci* 2015; 16: 106-112.
23. *Oda S, Arai K, Nakahara R*: Commercially available archwire forms compared with normal dental arch forms in a Japanese population. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 137: 520-527.
24. *Andrews LF, Schirmer L*: *Straight Wire: The Concept and Appliance*. San Diego: L.A. Wells Co.; 1989.
25. *Fujita K, Takada K, QianRong G, Shibata T*: Patterning of human dental arch wire blanks using a vector quantization algorithm. *Angle Orthod* 2002; 72: 285-294.
26. *Al-barakati RG, Alqahtani ND, Almadi A, Albarakati SF, Alkofide EA*: Evaluation of the fit of preformed nickel titanium arch wires on normal occlusion dental arches. *Saudi Dent J* 2016; 28: 18-23.
27. *Burris BG, Harris EF*: Maxillary arch size and shape in American Blacks and Whites. *Angle Orthod* 2000; 70: 297-302.

Address: 31-155 Kraków, ul. Montelupich 4
 Tel./Fax: +4812 4245402
 e-mail: bab.dario@gmail.com

Received: 10th May 2018

Accepted: 21st June 2018