

**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 Attia<sup>1</sup>**  
**Mai Hamdy Aboufotouh<sup>2</sup>**  
**Ahmed Sherien Fouda<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Wydział Ortodontji i Ortopedii Twarzowo-Szczękowej, Kierunek Stomatologia, Uniwersytet w Kairze, Egipt

\* 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

\*

**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

---

<sup>1</sup> Prof. dr hab. n. med., lekarz dentysta /

<sup>2</sup> Dr n. med., lekarz dentysta, wykładowca /

<sup>3</sup> Lekarz dentysta, asystent wykładowcy /

Dane do korespondencji/  
Professor Khaled Hazem Attia  
e-mail khaledhattia@dentistry.cu.edu.eg

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

## Materiał 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 określał 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 mm<sup>2</sup> do 212,78 mm<sup>2</sup> (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 mm<sup>2</sup> to 212.78 mm<sup>2</sup> (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)*

	<i>Przed leczeniem</i> <i>Pre-treatment</i>	<i>Po leczeniu</i> <i>Post-treatment</i>
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)*

	<i>Przed leczeniem</i> <i>Pre-treatment</i>	<i>Po leczeniu</i> <i>Post-treatment</i>
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  $171,68 \pm 56,68$  mm<sup>2</sup> do  $212,78 \pm 61,74$  mm<sup>2</sup>, 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.

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  $11.31 \pm 3.02$  ml to  $15.2 \pm 3.03$  ml, with a percentage of 34% increase.

For the minimum constricted area there was also a significant increase from  $171.68 \pm 56.68$  mm<sup>2</sup> to  $212.78 \pm 61.74$  mm<sup>2</sup>, 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.

Tłumaczenie /

dr n. med. Izabella Dunin-Wilczyńska

## 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.

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.