

# Gender variation of the position of the mandibular aperture in three-dimensional space located using spiral tomography

## Zmienność płciowa położenia otworu żuchwowego w przestrzeni trójwymiarowej lokalizowanego z wykorzystaniem tomografii spiralnej

Jacek Zborowski<sup>1</sup>, Wiesław Kurlej<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Katedra i Zakład Periodontologii, Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu, Polska  
Chair and Department of Periodontology, Medical University of Wrocław, Poland  
Head: prof. T. Konopka

<sup>2</sup> Zakład Anatomii Stomatologicznej, Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu, Polska  
Department of Dental Anatomy, Medical University of Wrocław, Poland  
Head: dr hab. W. Kurlej, prof. nadzw.

### Abstract

**Introduction.** The evaluation of mandibular opening topography has a very important cognitive and utilitarian meaning in dentistry. In many clinical situations, it is necessary to take into account gender and individual variability, bilateral differences in the position of the mandibular aperture on the mandibular branch. Each of these factors can have a huge impact on the effectiveness of anaesthesia in this area. **Aim of the study.** To determine the variability of the position of the mandibular opening in three-dimensional space with respect to the three axes of rotation of the mandibular branch. Evaluation of the position of the mandibular aperture with reference to selected anthropometric points on the mandibular branch with regard to asymmetry and dimorphic differences was undertaken. **Material and methods.** Images of fifty patients (26 women, 24 men) were analysed in a homogenous group (aged 30-35 years) of both sexes. The median plane was virtually created and, in relation to it, both anthropometric points and angles of the mandibular branch were measured bilaterally in three axes. A total of twenty-eight measurements were taken for each patient. On the basis of anthropometric measurements, the facial index was determined. By means of stepwise regression, the features that most determined the gender variation of the parameters examined were determined. **Results.** In the patients

### Streszczenie

**Wprowadzenie.** Ocena topografii otworu żuchwowego ma bardzo istotne znaczenie poznawcze i użyteczne w stomatologii. W wielu sytuacjach klinicznych konieczne jest uwzględnienie zmienności płciowej oraz osobniczej, różnic bilateralnych położenia otworu żuchwowego na gałęzi żuchwy. Każdy z tych czynników może mieć ogromny wpływ na skuteczność znieczuleń wykonywanych w tej okolicy. **Cel pracy.** Określenie zmienności położenia otworu żuchwowego w przestrzeni trójwymiarowej w odniesieniu do trzech osi rotacji gałęzi żuchwy. Ocena położenia otworu żuchwowego w odniesieniu do wybranych punktów antropometrycznych na gałęzi żuchwy z uwzględnieniem asymetrii i różnic dymorficznych. **Material i metody.** Analizowano obrazy (26 kobiet, 24 mężczyzn) wykonane przy użyciu tomografii spiralnej 50 pacjentów w homogennej wiekowej grupie (30-35 lat) obojga płci. Wytworzono wirtualnie płaszczyznę pośrodkową i w stosunku do niej wykonano obustronnie pomiary punktów antropometrycznych, a także kątów gałęzi żuchwy w trzech osiach. Wykonano 28 pomiarów dla każdego pacjenta. Na podstawie pomiarów antropometrycznych wyznaczono wskaźnik twarzowy. Za pomocą regresji krokowej wyłoniono cechy, które najbardziej determinowały zmienność płciową badanych parametrów. **Wyniki.** U pacjentów z grupy szerokotwarzowych w skali Garsona wykazano

### KEYWORDS:

mandibular opening, gender, branch of the mandible, inferior alveolar nerve

### HASŁA INDEKSOWE:

otwór żuchwowy, płeć, gałąź żuchwy, nerw żębodołowy dolny

from the Garson broad-band group, the most significant covariation between the position of the mandibular apex in relation to the posterior margin of the mandible and the angle of the mandible was demonstrated. In these patients, the mandibular apex is located more distally to the posterior margin of the mandible than the average 15.77 mm in men and 14.10 mm in women. There were marked differences in gender – the majority of measured values were higher in men than in women. **Conclusions.** In the range of the variability of the position of the mandibular aperture in the three-dimensional space, which has been referred to the vertical, transverse and anterolateral axis, there is a significant individual variability. Significant bilateral and dimorphic differences were observed. This affects the location of the mandibular opening. The obtained results suggest, especially in patients with high values of the angle of the mandible and in patients with a significant craniofacial width, that the distance of the mandibular opening from the posterior margin of the mandible branch decreases.

Modern dentistry strives to provide the patient with the highest possible level of surgical comfort and minimization of stress associated with performed procedures. Stress is associated with pain, which can accompany most dental procedures. To perform proper anaesthesia, it is important to know the topography of anatomical reference points.<sup>1-3</sup> Radiological examination may be useful in assessing the variability of the individual location of these points.

The evaluation of mandibular opening topography has a very important cognitive and utilitarian meaning in dentistry. Numerous methods of assessing the location of the mandibular aperture are known and used in inducing anaesthesia of the alveolar nerve and surgery in this area.<sup>4,5</sup>

In many clinical situations it is necessary to take into account the variability of the individual position of the mandibular aperture on the mandibular branch, bilateral differences and gender variation. Each of these factors can have a huge impact on the effectiveness of anaesthesia.

The precision in the unambiguous determination of organ variability and topography is possible thanks to anthropometric points established for decades. The mutual relations between

najbardziej znaczącą współzmienną pomiędzy położeniem otworu żuchwy w stosunku do tylnego brzegu gałęzi żuchwy a kątem gałęzi żuchwy. U tych pacjentów otwór żuchwowy jest zlokalizowany bardziej dystalnie w stosunku do tylnego brzegu gałęzi żuchwy niż średnio 15,77 mm u mężczyzn i 14,10 mm u kobiet. Zaznaczyły się wyraźne różnice płciowe - większość mierzonych wartości była wyższa u mężczyzn niż u kobiet. **Wnioski.** W zakresie zmienności położenia otworu żuchwowego w przestrzeni trójwymiarowej, które zostało odniesione do osi pionowej, poprzecznej i przednio-tylnej występuje znaczna zmienność osobnicza. Zaobserwowano znaczące różnice bilateralne oraz dymorficzne. Wpływa to na położenie otworu żuchwowego. Otrzymane wyniki sugerują zwłaszcza u pacjentów z dużymi wartościami kąta żuchwy i u pacjentów o znacznej szerokości twarzczaszki, że odległość otworu żuchwy od tylnego brzegu gałęzi żuchwy maleje.

Nowoczesna stomatologia dąży do zapewnienia pacjentowi jak największego komfortu śród-zabiegowego i minimalizacji stresu związanego z wykonywanymi zabiegami. Stres jest związany z dolegliwościami bólowymi, które mogą towarzyszyć większości zabiegów stomatologicznych. Do wykonania prawidłowo znieczulenia istotna jest znajomość topografii anatomicznych punktów odniesienia.<sup>1-3</sup> Badanie radiologiczne może być przydatne do oceny zmienności osobniczej położenia tych punktów.

Ocena topografii otworu żuchwowego ma bardzo istotne znaczenie poznawcze i utylitarne w stomatologii. Liczne sposoby oceny położenia otworu żuchwowego są znane i wykorzystywane przy wykonywaniu znieczuleń nerwu żębodołowego dolnego oraz w chirurgii tego obszaru.<sup>4,5</sup>

W wielu sytuacjach klinicznych konieczne jest uwzględnienie zmienności osobniczej położenia otworu żuchwowego na gałęzi żuchwy, różnic bilateralnych oraz zmienności płciowej. Każdy z tych czynników może mieć ogromny wpływ na skuteczność znieczulenia.

Precyzję w zakresie jednoznacznego określenia zmienności narządów i ich topografii umożliwiają ustalone od dziesięcioleci punkty antropome-

anthropometric bone and skin points serve to plan the extent of the procedure and obtain the most optimal effect of analgesia after inducing anaesthesia. Observations using computed tomography may contribute to the assessment of variability in the localization of the mandibular aperture in relation to numerous reference points.

The aim of the study was to determine the variability of the position of the mandibular opening in three-dimensional space. In relation to the three axes of rotation of the mandibular branch and the assessment of the position of the mandibular aperture with reference to selected anthropometric points on the mandibular branch with regard to asymmetry and dimorphic differences

## **Material and methods**

The research was carried out only on tomographic images generated by the computed tomography 64-row CT Computer Tomograph DISCOVERY CT 750 HD by GE, which enables 50% reduction of radiation dose.<sup>6-9</sup> It is the latest generation tomography with great diagnostic capabilities including volumetric reconstruction, i.e. obtaining three-dimensional (3-D) images,<sup>1,2</sup> complete processing of DICOM files (image processing in bone window, soft tissue and many others) as well as dimensioning and working in selected thickness layers (2.5 mm, 0.625 mm).

CT scans were performed using a spiral technique, with collimation of the transverse layer 0.625 mm, with the bone algorithm and secondary 3-D reconstruction of the image, without intravenous administration of the contrast agent. The research was archived in the DICOM format. The processing and measurements were carried out with the help of software provided by the CT scanner in the laboratory of the Department and Clinic of Radiology at the University Clinical Hospital at Borowska Str. in Wrocław (Advantage Workstation Volume Share 5- (AW 4.6)) for the most accurate visualization of anatomical details and more precise measurements.

Observations were carried out in a homogeneous group of both sexes treated at the University Clinical Hospital in Wrocław (26 women and 24 men, age range 30 to 35 years). Radiological images of

tryczne. Wzajemne relacje pomiędzy antropometrycznymi punktami kostnymi a skórnymi służą zaplanowaniu rozległości zabiegu oraz uzyskaniu najbardziej optymalnego efektu analgezji po wykonaniu znieczulenia. Obserwacje przy użyciu tomografii komputerowej mogą przyczynić się do oceny zmienności w umiejscowieniu otworu żuchwowego w odniesieniu do licznych punktów referencyjnych.

Celem pracy jest określenie zmienności położenia otworu żuchwowego w przestrzeni trójwymiarowej w odniesieniu do trzech osi rotacji gałęzi żuchwy oraz ocena położenia otworu żuchwowego w odniesieniu do wybranych punktów antropometrycznych na gałęzi żuchwy z uwzględnieniem asymetrii i różnic dymorficznych.

## **Materiał i metody**

Badania przeprowadzono wyłącznie na obrazach tomograficznych wygenerowanych przez 64-rzędowy tomograf komputerowy DISCOVERY CT 750 HD firmy GE. Aparat ten umożliwia 50% redukcję dawki promieniowania.<sup>6-9</sup> Jest to tomograf najnowszej generacji, z dużymi możliwościami diagnostycznymi włączając w to rekonstrukcję wolumetryczną, czyli uzyskanie obrazów trójwymiarowych (3D),<sup>1,2</sup> kompletną możliwość obróbki plików DICOM (przetwarzania obrazów m.in. w oknie kostnym, miękotkankowym i wielu innych), a także wymiarowania i pracy w warstwach wybranej grubości (2,5 mm, 0,625 mm).

Badania TK wykonano techniką spiralną, z kolimacją warstwy poprzecznej 0,625 mm, z algorytmem kostnym i wtórną rekonstrukcją 3D obrazu, bez dożylnego podania środka kontrastowego. Badania zarchiwizowano w formacie DICOM. Obróbkę i pomiary wykonano za pomocą oprogramowania dostarczonego przez producenta tomografu w pracowni Zakładu i Kliniki Radiologii Szpitala Uniwersyteckiego przy ulicy Borowskiej we Wrocławiu (Advantage Workstation Volume Share 5-(AW 4.6) ), w celu jak najdokładniejszej wizualizacji szczegółów anatomicznych i bardziej precyzyjnych pomiarów.

Obserwacje prowadzono w homogennej grupie osób obojga płci leczonych w Uniwersyteckim Szpitalu Klinicznym we Wrocławiu (26 kobiet i 24

people who underwent extended diagnostics were included; patients after trauma to the craniofacial region and patients orthognathically treated were excluded. Spatial visualization of the mandible makes it possible to perform basic measurements of the mandible and measurements made in relation to the virtually created median plane.

The images were taken in projection according to the cephalometric requirements and in accordance with computed tomography.<sup>1-3</sup>

The reconstruction of the entire area of the facial part of the skull was necessary to create a median (virtual) plane, which was carried out by odd anthropometric points in the midline and intersected at 90 degrees with bilateral measurements from the designated anthropometric points. It also enabled measurements of the width of the face and its height. Checking the correctness of each measurement was done on layers in different axes.

With regard to the median plane, the following measurements were made (the measurement lines intersected with the median plane at an angle of 90 degrees) (Fig. 1-4).

- The distance of the peak of the coronoid process at the Koronion point to the median plane of both the left and the right side,
- Distance of the peak of the condyloid process at the Kondylion measuring point to the median plane of the left and right side,
- The distance between the peaks of the coronoid and condyloid processes (measured between the points of Koronion and Kondylion),
- The distance between the angle of the mandible and the median plane (left and right). Total (Go-Go) determines the width of the lower part of the face (mandible),
- Distance of the mandible opening – measured at the top of the free end of the lingula with respect to the median plane,
- The width of the mandible is measured bilaterally at the level of the mandible opening – from the front to the rear edge of the mandible,
- The height of the mandible branch measured bilaterally from its lower edge to the underfoot (mandible) indentation,

mężczyzn) w wieku od 30 do 35 lat. Wykorzystano obrazy radiologiczne osób, które miały przeprowadzoną rozszerzoną diagnostykę, wykluczono pacjentów po urazach w obrębie twarzoczaszki, jak i pacjentów leczonych ortognatycznie. Wizualizacja przestrzenna żuchwy umożliwia dokonanie podstawowych pomiarów żuchwy i pomiarów wykonanych w odniesieniu do wirtualnie wytworzonej płaszczyzny pośrodkowej.

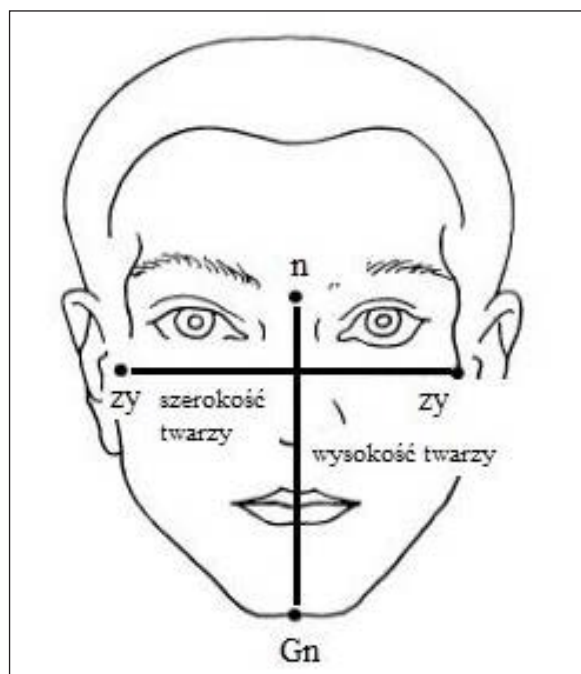
Zdjęcia wykonywane były w projekcji zgodnej z wymaganiami cefalometrycznymi i zgodnie z techniką tomografii komputerowej.<sup>1-3</sup>

Rekonstrukcja całego obszaru twarzowej części czaszki była niezbędna do utworzenia płaszczyzny pośrodkowej (wirtualnej), która przeprowadzona była przez punkty antropometryczne nieparzyste, znajdujące się w linii pośrodkowej i przecinała się pod kątem 90 stopni z pomiarami obustronnymi od wyznaczonych punktów antropometrycznych. Umożliwiała również wykonanie pomiarów szerokości twarzy oraz jej wysokości. Sprawdzanie prawidłowości każdego pomiaru dokonywano na warstwach w różnych osiach.

W odniesieniu do płaszczyzny pośrodkowej wykonano następujące pomiary (linie pomiarowe przecinały się z płaszczyzną pośrodkową pod kątem 90 stopni) (Fig. 1-4).

- Odległość szczytu wyrostka dziobiastego w punkcie *Koronion* do płaszczyzny pośrodkowej zarówno strony lewej, jak i prawej,
- Odległość szczytu wyrostka kłykciowego w punkcie pomiarowym *Kondylion* do płaszczyzny pośrodkowej strony lewej i prawej,
- Odległość między szczytami wyrostków dziobiastych i kłykciowych (mierzona między punktami *Koronion* a *Kondylion*),
- Odległość między kątem żuchwy a płaszczyzną pośrodkową (lewostronna i prawostronna). Sumarycznie (Go-Go) wyznacza szerokość dolnej części twarzy (żuchwy),
- Odległość otworu żuchwy – mierzona na szczycie wolnego końca języczka w odniesieniu do płaszczyzny pośrodkowej,
- Szerokość gałęzi żuchwy mierzona obustronnie na wysokości otworu żuchwy – od przedniego do tylnego brzegu gałęzi żuchwy,
- Wysokość gałęzi żuchwy mierzona obustron-

- The distance of the mandibular aperture to the posterior margin of the mandible branch measured bilaterally at the top of the free end of the lingula.
- Mandible angle G (classic) from Schwartz cephalometric analysis contained between tangents MT1 and MT2, measured bilaterally in lateral view, in transverse axis where:
  - MT1 – the tangent of the lower margin of the mandible passes through the Gnathion point and the top of the ruminal muscle masseuse.
  - MT2 – the tangent of the posterior margin of the mandible, defined by the posterior margin of the mandibular branch and the posterior margin of the mandible head.
- The angle included between the tangent drawn along the branch of the mandible at the level of the mandible opening and the virtual median plane – in the longitudinal axis of the



szerokość twarzy = width of the face  
wysokość twarzy = height of the face

**Fig. 1.** The width of the face measured between the points of zy-zy (Zygion) and the height of the face measured from the point of Nasion to Gnathion.

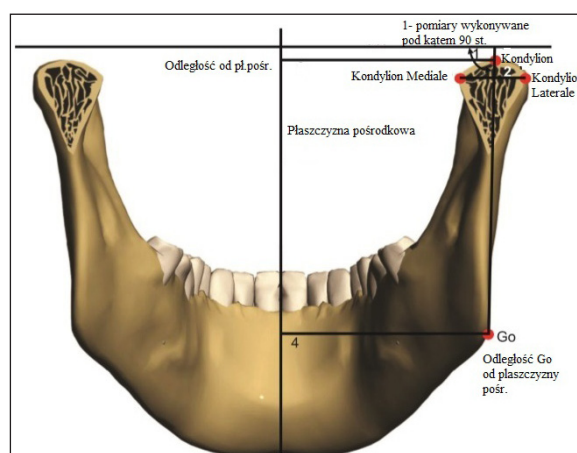
Szerokość twarzy mierzona między punktami zy-zy (Zygion) oraz wysokość twarzy mierzona od punktu Nasion do Gnathion w modyfikacji własnej).

nie od jej brzoju dolnego do wcięcia międzywrostkowego (żuchwy),

- Odległość otworu żuchwy do tylnego brzoju gałęzi żuchwy mierzona obustronnie na szczycie wolnego końca języczka.

Dokonano pomiarów następujących kątów (Fig. 3 i 4):

- Kąt żuchwy G (klasyczny) z analizy cefalometrycznej wg Schwartza zawarty między stycznymi MT1 a MT2, mierzony obustronnie w rzucie bocznym, w osi poprzecznej, gdzie:
  - MT1 – styczna dolnego brzoju trzonu żuchwy, przechodzi przez punkt *Gnathion* i szczyt guzowatości przyczepu mięśnia żwacza.
  - MT2 – styczna tylnego brzoju gałęzi żuchwy, wyznaczona przez tylny brzoju gałęzi żuchwy i tylny brzoju głowy żuchwy.
- Kąt zawarty między styczną poprowadzoną wzdłuż gałęzi żuchwy na wysokości otworu żuchwy a wirtualną płaszczyzną pośrodkową - w osi podłużnej gałęzi żuchwy zwany kątem rotacji gałęzi żuchwy A,



1 – pomiary wykonywane pod kątem 90 stopni =

1 – measurements taken at 90 degrees

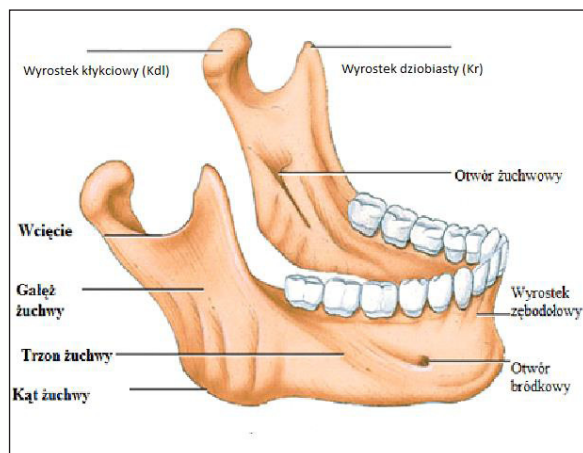
Odległość od pł. pośr. = distance from the median plane

Płaszczyzna pośrodkowa = median plane

Odległość Go od płaszczyzny pośr. = distance of Go from the median plane

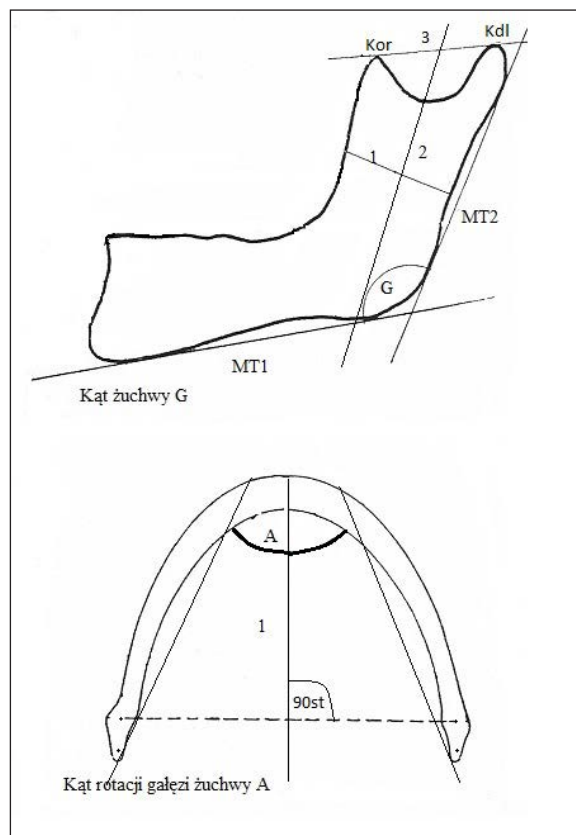
**Fig. 2.** View of the mandible from the inside. Visible median plane as well as the distance from the Kondylion point and Gonion.

Widok żuchwy od strony wewnętrznej. Uwidoczniona płaszczyzna pośrodkowa a także odległość od punktu Kondylion oraz Gonion w modyfikacji własnej.



Wyrostek kłykciowy (Kdl) = condyloid process (Kdl)  
 Wyrostek dziobiasty (Kr) = coronoid process (Kr)  
 Otwór żuchwowy = mandibular aperture  
 Wcięcie = indentation  
 Gałąź żuchwy = mandibular branch  
 Wyrostek zębodołowy = alveolar process  
 Trzon żuchwy = body of the mandible  
 Otwór bródkowy = mental aperture  
 Kąt żuchwy = mandible angle  
 Kąt rotacji gałęzi żuchwy = angle of rotation of the mandibular branch

**Fig. 3.** Mandible - selected points with own modification.  
 Żuchwa – wybrane punkty w modyfikacji własnej.



**Fig. 4.** Determination of the angle A and G of the mandible and anthropometric points used to determine the test measurements (according to Kórnikowa [1962] with own modification).  
 Mandible angle (G) between tangents MT1 and MT2; 1 – the width of the mandibular branch, 2 – the height of the mandibular branch, 3 – the distance between the heads of the condyloid and coronoid processes (Koronion - Kondyllion); the angle A between the tangent to the mandible and the median plane, called the rotation angle of the mandible.

Wyznaczenie kąta A i G żuchwy oraz punkty antropometryczne służące do wyznaczenia badanych pomiarów (wg Kórnikowa [1962] w modyfikacji własnej).

Kąt żuchwy (G) zawarty między stycznymi MT1 a MT2; 1 - szerokość gałęzi żuchwy, 2 - wysokość gałęzi żuchwy, 3 - odległość między głowami wyrostków kłykciowych i dziobiastych (Koronion - Kondyllion); kąt A zawarty między styczną do gałęzi żuchwy a płaszczyzną pośrodkową, nazwany kątem rotacji gałęzi żuchwy.

mandible branch called the rotation angle of the mandible branch A,

- Angle contained between the median plane and the tangent taken in the middle along the midline of the width of the mandible branch – antero-posterior (sagittal) called the angle of deviation (lateral inclination) of the branch of the mandible C,

- Kąt zawarty między płaszczyzną pośrodkową a styczną poprowadzoną pośrodkowo wzdłuż środka szerokości gałęzi żuchwy – przednio-tylnej (strzałkowej) nazywany kątem odchylenia (pochylenia bocznego) gałęzi żuchwy C,

**Table 1.** Division of the Garson's facial width for male faces and Seller's facial width for female faces

Indicators	Males	Females
<i>Hypereuroprosopus</i> (very broad face)	x - 78.9	x - 76.9
<i>Euryprosopus</i> (broad face)	79.0 - 83.9	77.0 - 80.9
<i>Mesoprosopus</i> (medium broad face)	84.0 - 87.9	81.0 - 84.9
<i>Leptoprosopus</i> (narrow face)	88.0 - 92.9	85.0 - 89.9
<i>Hyperleptoprosopus</i> (very narrow face)	93.0 - x	90.0 - x

The following face measurements were taken (Fig. 5)

- Face measurements (Fig. 2):
- Height of the face measured between *Nasion* - *Gnathion* points,
- Width of the face measured between *Zygion* - *Zygion* points,
- Length of the head measured between *Opisthocranion* - *Glabella* points, this distance (g-op) determines the largest length of the skull (head) where:
  - Point g (*Glabella*) means the most forward point on the surface of the frontal bone. In the absence of the glabella of the surface, it lies in the middle of the line connecting the eyebrow arches.
  - Op (*Opisthocranion*), is located on the occipital bone in the median plane at the most distant point from point g (*Glabella*).

In accordance with the measurements of the width and height of the face, it was possible to refer the obtained results to face indicators (relative face length measurements). Full facial index (morphological) - is the quotient of the total face height (n-gn) in mm, and the width of the face (zy-zy) in mm multiplied by 100 (Tab. 1).<sup>10-12</sup>

**wskaźnik Garsona = Garson's facial index**

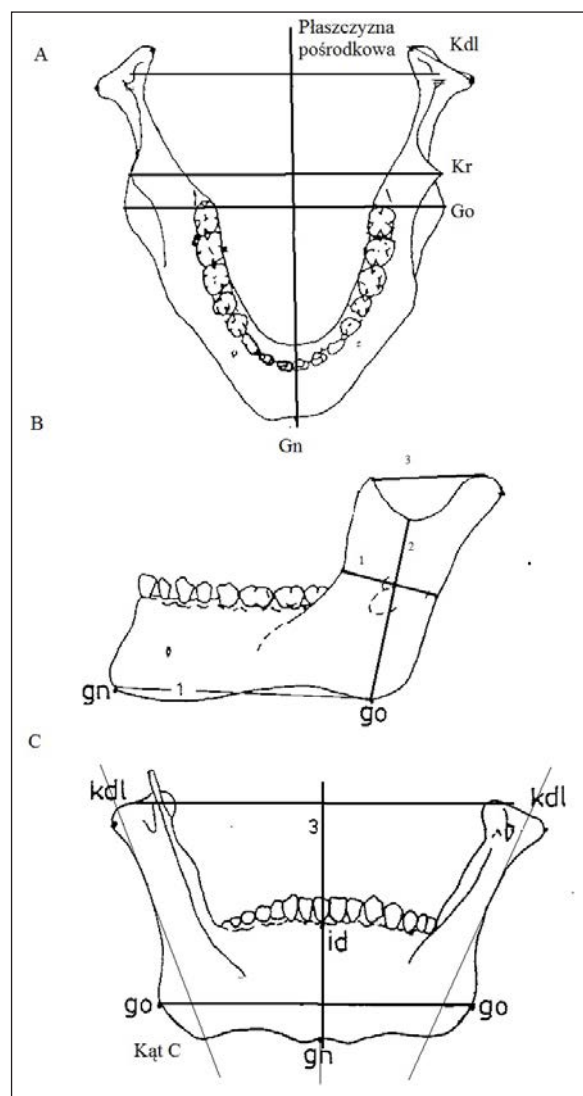
$$\text{Wskaźnik Garsona} = \frac{\text{N-Gn} \times 100}{\text{Zy-Zy}}$$

Dokonano następujących pomiarów twarzy (Fig. 5)

- Pomiary twarzy ( Fig. 2):
- Wysokość twarzy mierzona między punktami *Nasion* - *Gnathion*,
- Szerokość twarzy mierzona między punktami *Zygion* - *Zygion*,
- Długość głowy mierzona między punktami *Opisthocranion* - *Glabella*, odległość ta (g-op) wyznacza największą długość czaszki (głowy), gdzie:
  - Punkt g (*Glabella*) oznacza punkt najbardziej wysunięty ku przodowi na gładziźnie kości czołowej. W wypadku braku wyniosłości charakteryzującej gładziźnię, leży on pośrodku linii łączącej łuki brwiowe.
  - Punkt op (*Opisthocranion*), położony jest na kości potylicznej w płaszczyźnie pośrodkowej w miejscu najbardziej odległym od punktu g (*Glabella*).

Dzięki pomiarom szerokości oraz wysokości twarzy uzyskano możliwość odniesienia uzyskanych wyników do wskaźników twarzowych (pomiarów względnej oceny długości twarzy). Wskaźnik twarzowy całkowity (morfologiczny) jest ilorazem całkowitej wysokości twarzy (n-gn) w mm i szerokości twarzy (zy-zy) w mm pomnożonym przez 100 (Tab. 1).<sup>10-12</sup>

$$\text{Wskaźnik Garsona} = \frac{\text{N-Gn} \times 100}{\text{Zy-Zy}}$$



**Fig. 5.** Scheme of measurements of the mandible with own modification.

A – shows the virtual median plane and measurements between go-go points, coronoid and condyloid processes.

B – shows the width and height of the mandibular branch and the distance between mandibular processes.

C – shows the angle C or deviation of the mandible.

Schemat pomiarów żuchwy w modyfikacji własnej.

A – przedstawiono wirtualną płaszczyznę pośrodkową oraz pomiary między punktami go-go, wyrostkami kłykciowymi a także dziobiastymi.

B – zaznaczono szerokość i wysokość gałęzi żuchwy, a także odległość między wyrostkami żuchwy.

C – przedstawia kąt C, czyli odchylenia gałęzi żuchwy.

Taking into account the differences on both sides, the position of the mandible opening was determined in relation to the branch of the mandible, measuring the distance of this opening from the margin of the posterior branch of the mandible and from the median sagittal plane

Statistical characteristics of selected features were carried out. The mean values and standard deviations as well as the minimum and maximum values of the analysed measurement characteristics were determined, taking into account gender and the measurement side.

Next, a one-way ANOVA analysis was carried out where the dependent variable was the next tested feature and the independent variable – gender. Both features measured on the right and

Uwzględniając różnice obustronne określono położenie otworu żuchwy w odniesieniu do gałęzi żuchwy mierząc odległość tego otworu od brzoju tylnego gałęzi żuchwy i od płaszczyzny strzałkowej pośrodkowej.

Przeprowadzono charakterystykę statystyczną wybranych cech. Wyznaczono wartości średnich i odchyłeń standardowych oraz wartości minimum i maksimum analizowanych cech pomiarowych z uwzględnieniem płci i strony pomiaru.

Następnie przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA, gdzie zmienną zależną były kolejne badane cechy, a zmienną niezależną – płeć. Uwzględniono zarówno cechy mierzone po stronie prawej, jak i lewej w odniesieniu do płaszczyzny pośrodkowej.



left sides in relation to the median plane were considered.

In order to examine the relationship between gender and the measurement side with the analysed measurement features, a series of two-factor analyses of variance were performed, where the dependent variables were individual measurement features and independent variables: gender and measuring side.

For further studies, measurements were selected, which in the initial statistical analysis were characterized by significant variability in the range of bilateral and dimorphic differences.

To assess the impact of the analysed features on the position of the mandibular aperture – measurement between the mandibular aperture and the posterior branch margin – a step-by-step regression analysis was carried out, separately for men and women, taking into account the measurement side. These analyses enabled the estimation of the spontaneous impact of individual traits on the variability of the position of the mandibular opening. In order to avoid difficulties of interpretation when comparing the forces of linking individual independent variables with a dependent variable (different units of measure), standard BETA coefficients were presented in the paper. In addition, the determination coefficient  $R^2$  was calculated, which determined the percentage of variance of a given dependent variable, which was exhausted in the analysis by a specific group of independent variables.

All analyses were performed using the STATISTICA 10.0 package, the significance level was set at  $p < 0.005$

## Results

The vast majority of assessed anthropometric measurements showed bilateral and dimorphic differences (Tables 2, 3).

The obtained results of a one-way analysis of ANOVA variance, where the dependent variable was a successive examined feature, and the independent gender variable is shown in Table 4. In this table, both the right and left traits in relation to the median plane are included. Most of the features show statistically significant dimorphic

W celu zbadania związku płci i strony pomiaru z analizowanymi cechami pomiarowymi przeprowadzono szereg dwuczynnikowych analiz wariancji, gdzie zmiennymi zależnymi były poszczególne cechy pomiarowe, a zmiennymi niezależnymi płeć i strona pomiaru.

Do dalszych badań wybrano pomiary, które we wstępnej analizie statystycznej odznaczały się istotną zmiennością w zakresie różnic bilateralnych i dymorficznych.

Celem oszacowania wpływu analizowanych cech na położenie otworu żuchwy – pomiaru pomiędzy otworem żuchwy a tylnym brzegiem gałęzi, przeprowadzono analizy regresji krokowej kroczącej, osobno dla mężczyzn i kobiet z uwzględnieniem strony pomiaru. Analizy te pozwoliły na oszacowanie samoistnego wpływu poszczególnych cech na zmienność położenia otworu żuchwy. W celu uniknięcia trudności interpretacyjnych przy porównywaniu sił powiązania poszczególnych zmiennych niezależnych ze zmienną zależną (różne jednostki miar), w pracy przedstawiono standaryzowane współczynniki BETA. Ponadto obliczono współczynnik determinacji  $R^2$ , który określił odsetek wariancji danej zmiennej zależnej, jaki był wyczerpany w analizie przez określoną grupę zmiennych niezależnych.

Wszystkie analizy wykonano przy użyciu pakietu STATISTICA 10.0, przyjęto poziom istotności  $p < 0,005$ .

## Wyniki

Zdecydowana większość ocenianych pomiarów antropometrycznych wykazywała różnice bilateralne i dymorficzne (Tab. 2, 3).

Uzyskane wyniki jednoczynnikowej analizy wariancji ANOVA, gdzie zmienną zależną były kolejne badane cechy, a zmienną niezależną płeć pokazuje Tab. 4. W tabeli tej uwzględniono zarówno cechy mierzone po strony prawej, jak i lewej w odniesieniu do płaszczyzny pośrodkowej. Większość cech wykazuje istotne statystycznie zróżnicowanie dymorficzne na poziomie  $p < 0,001$ . Brak zróżnicowania płciowego wykazują jedynie następujące cechy: położenie wyrostka kłykciowego – płaszczyzna pośrodkowa (prawa strona), wysokość gałęzi żuchwy (lewa strona), kąt żu-

**Table 2.** Statistical characteristics of selected measurement features (men – the left and the right side)

Measurements	Medium – the left side	Standard deviation – the left side	Medium – the right side	Standard deviation – the right side
Koronion – median plane	50.51	3.63	50.37	4.01
Kondylion – median plane	52.18	4.19	51.39	4.14
Gonion – median plane	50.32	2.54	49.49	3.02
Aperture of the mandible – median plane	42.18	2.72	41.77	2.03
Width of the mandibular branch	32.98	3.32	32.44	3.06
Height of the mandibular branch	53.18	4.42	53.73	3.59
Aperture of the mandible – posterior margin of the mandible	15.77	2.67	15.71	2.20
Angle of the jaw G	118.28	8.63	120.16	7.21
Angle of the branch of the mandible C	7.41	2.10	8.39	2.25
Angle of rotation of the mandibular branch A	26.54	3.57	26.58	3.86
Koronion – Kondylion	34.03	4.27	35.08	4.00
Height of the face	121.11	4.92	121.11	4.91
Face width	142.47	3.34	142.47	3.34
Length of the head	187.28	5.52	174.92	4.60

**Table 3.** Statistical characteristics of selected facial features (women – the left and the right sides)

Measurements	Medium – the left side	Standard deviation – the left side	Medium – the right side	Standard deviation – the right side
Koronion – median plane	45.39	3.26	46.27	3.05
Kondylion – median plane	49.57	3.58	50.36	3.64
Gonion – median plane	44.97	3.49	45.10	3.41
Aperture of the mandible - median plane	38.26	2.60	38.79	2.16
Width of the mandibular branch	30.14	4.29	30.68	3.89
Height of the mandibular branch	45.41	4.44	45.70	3.89
Aperture of the mandible – posterior margin of the mandible	14.10	2.50	13.82	1.94
Angle of the jaw G	122.11	5.84	122.17	5.42
Angle of the branch of the mandible C	8.65	1.88	8.45	1.97
Angle of rotation of the mandibular branch A	27.50	3.71	27.54	4.33
Koronion – Kondylion	32.03	4.31	32.69	4.23
Height of the face	110.68	6.12	110.68	6.12
Face width	137.75	3.32	137.75	3.32
Length of the head	174.92	4.60	174.92	4.60

differences at  $p < 0.001$ . The lack of gender differentiation has only the following features: the position of the protuberance – median plane (right side), height of the mandible (left side), mandibular angle G (right side), angle of rotation of the mandibular branch A (left side), angle of rotation of the mandibular branch A (right side), distance between Kondylion - Koronion points (left side). Significantly, the dimorphic differences also show the examined measurement features of the skull: the width of the facial part of the skull, the height of the face (Table 4).

On the basis of the analysis of the mean angle of rotation of mandibular branches A, it can be concluded that men, regardless of the side of the measurement, had lower mean values than women. The difference was about 2 degrees, however, it was statistically insignificant  $P = 0.2187$ . The angle exhibited dimorphic and bilateral variability (Table 2, 3).

In women, the angle of rotation of mandibular branch A was distinguished by the significance in the relation of the distance of the mandibular aperture from the posterior margin of the mandibular branch on the right side showed a decrease in this distance with the increase of the angle value (Beta negative coefficient) (Table 8).

Mean values of mandibular angle G, regardless of the side of the measurement, had lower mean values in men than in women. The difference was about 4 degrees (Tables 2 and 3), and was statistically significant  $p = 0.0351$ .

The mandibular angle G showed dimorphic and bilateral variability. The mandibular angle G statistically influenced the position of the mandibular aperture relative to the posterior margin of the mandibular branch in men at both the right and left sides (Table 5). Increasing the value of this angle increases the distance of the mandible opening from the median plane, i.e., moving this point laterally in three-dimensional space and reducing the distance of the mandibular aperture from the rear edge of its branch (Table 9).

In the case of women, the angle of the mandible G turned out to be a feature significantly affecting the position of the mandible opening on the right side. The larger each angle, the smaller the distance

chwy G (prawa strona), kąt rotacji gałęzi żuchwy A (lewa strona), kąt rotacji gałęzi żuchwy A (prawa strona), odległość między punktami *Kondylion* – *Koronion* (lewa strona). Istotnie statystycznie różnice dymorficzne wykazują również badane cechy pomiarowe czaszki: szerokość twarzowej części czaszki, wysokość twarzy (Tab. 4).

Na podstawie analizy średniej wartości kąta rotacji gałęzi żuchwy A można stwierdzić, że mężczyźni, bez względu na stronę pomiaru mieli niższe średnie wartości niż kobiety. Różnica ta wynosiła około 2 stopnie, jednak była statystycznie nieistotna  $P=0,2187$ . Kąt wykazywał zmienność dymorficzną i bilateralną (Tab. 2, 3).

U kobiet kąt rotacji gałęzi żuchwy A wyróżnił się istotnością w relacji odległości otworu żuchwy od tylnego brzegu gałęzi żuchwy, po stronie prawej wykazał zmniejszenie się tej odległości wraz ze wzrostem wartości kąta (współczynnik Beta ujemny) (Tab. 8).

Średnie wartości kąta żuchwy G, bez względu na stronę pomiaru miały niższe średnie wartości u mężczyzn niż kobiety. Różnica ta wynosiła około 4 stopnie (Tab. 2 i 3), i była statystycznie istotna  $p=0,0351$ .

Kąt żuchwy G wykazywał zmienność dymorficzną i bilateralną. Kąt żuchwy G istotnie statystycznie wpływał na umiejscowienie otworu żuchwy względem tylnego brzegu gałęzi żuchwy u mężczyzn zarówno po stronie prawej, jak i lewej (Tab. 5). Zwiększenie wartości tego kąta powoduje zwiększenie odległości otworu żuchwy od płaszczyzny pośrodkowej, czyli przesunięcie tego punktu bocznie w przestrzeni trójwymiarowej i zmniejszenie odległości położenia otworu żuchwy od tylnego brzegu jej gałęzi (Tab. 9).

U kobiet kąt żuchwy G okazał się cechą istotnie wpływającą na położenie otworu żuchwy po stronie prawej. Im większy każdy z kątów, tym odległość otworu żuchwowego od tylnego brzegu gałęzi żuchwy, jak i od płaszczyzny pośrodkowej była mniejsza (ujemny współczynnik Beta) (Tab. 8).

Pomiary kąta odchylenia gałęzi żuchwy C wykazały że mężczyźni, bez względu na stronę pomiaru charakteryzowali się wyższymi średnimi wartościami tej cechy niż kobiety. Kąt wykazywał

**Table 4.** Differences in dimorphic values in individual measurement characteristics on the right and the left sides – results of one-way ANOVA

Features	p
Koronion – median plane (left side)	***
Koronion – median plane (right side)	***
Kondylion – median plane (left side)	*
Kondylion – median plane (right side)	0.3535
Gonon – median plane (left side)	***
Gonion – median plane (right side)	***
Aperture of the mandible - median plane (left side)	***
Aperture of the mandible – median plane (right side)	***
Width of the mandibular branch (left side)	***
Width of the mandible (right side)	*
Height of the mandibular branch (left side)	0.0833
Height of the mandibular branch (right side)	***
Aperture of the mandible (posterior branch) (left side)	***
Aperture of the mandible (posterior branch) (right side)	*
Angle of the jaw G (left side)	**
Angle of the jaw G (right side)	0.0702
Angle of the branch of the mandible C (left side)	*
Angle of the branch of the mandible C (right side)	0.9111
Rotation angle of mandibular branch A (left side)	0.2689
Rotation angle of the mandibular branch A (right side)	0.3533
Koronion – Kondylion (left side)	0.1051
Koronion – Kondylion (right side)	*
Height of the face	***
Face width	***
Koronion – median plane (left side)	***

\*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ ; \*\*\*  $p < 0.001$

between the mandibular apex from the posterior margin of the mandible and the median plane (negative Beta coefficient) (Table 5).

Measurements of the angle of deviation of the branch of the mandible C showed that men, regardless of the side of the measurement, were characterized by higher mean values of this trait

również zmienność dymorficzną. Różnica ta była statystycznie istotna  $p < 0,05$  (Tab. 2, 3, 6).

Na podstawie analizy średnich wartości odległości między punktami *Kondylion-Koronion*, a także odległością otworu żuchwowego, punktu *Gonion*, *Koronion*, *Kondylion* od płaszczyzny pośrodkowej oraz szerokości i wysokości gałęzi

**Table 5.** Influence of traits chosen by stepwise regression progressing on the position of the mandibular aperture in relation to the median plane in women on the left and right sides of the face

Left side of the measurement			Right side of the measurement		
Feature	Beta	p	Feature	Beta	P
Angle of the branch of the mandible C	-0.274	0.0927	Angle of the branch of the mandible C	-0.202	0.2329
Gonion – median plane	0.479	<b>0.0049</b>	Aperture of the mandible – posterior margin of the mandible	-0.768	<b>0.0008</b>
Kondylion – median plane	0.800	<b>0.0001</b>	Angle of the jaw G	-0.217	0.1953
Width of the mandibular branch	0.321	<b>0.0465</b>	Kondylion – Koronion	0.691	<b>0.0004</b>
			Height of the face	0.318	<b>0.0403</b>
R <sup>2</sup>	0.578		R <sup>2</sup>	0.591	

**Table 6.** Results of two-factor ANOVA

Measurements	P side	P gender
Koronion – median plane	0.6001	0.0001
Kondylion – median plane	1.0001	0.0211
Gonion – median plane	0.5822	0.0001
Aperture of the mandible - median plane	0.7931	0.0001
Width of the mandibular branch	1.0001	0.0021
Height of the mandibular branch	0.6091	0.0001
Aperture of the mandible – posterior margin of the mandible	0.7231	0.0001
Angle of the jaw G	0.4821	0.0351
Angle of the branch of the mandible C	0.1151	0.3411
The angle of rotation of the mandibular branch A	0.9568	0.2187
Koronion – Kondylion	0.3121	0.0101

than women. The angle also exhibited dimorphic variation. This difference was statistically significant  $p < 0.05$  (Tables 2, 3, 6).

On the basis of the analysis of mean values of the distance between Kondylion-Koronion points and the distance of the mandibular aperture, Gonion point, Koronion, Kondylion from the median plane and the width and height of the jaw branch, it was found that men, regardless of the measurement side, had higher average values of this feature than women. The difference was statistically significant  $p < 0.05$ . There are also slight differences between

zuchwy stwierdzono, że mężczyźni, bez względu na stronę pomiaru charakteryzowali się wyższymi średnimi wartościami tej cechy niż kobiety. Różnica ta była statystycznie istotna  $p < 0,05$ . Zaobserwować można również niewielkie różnice pomiędzy stronami pomiaru, są one jednak nieistotne statystycznie (Tab. 2, 3, 6).

Znaczną istotność statystyczną wykazały cechy pomiarowe twarzy, szerokość oraz wysokość. Szerokość mierzona między punktami *Zygion* – *Zygion*, zaś wysokość między punktami *Nasion* – *Gnathion* (Tab. 4) (Fig. 1).

the measurement sides, but they are statistically insignificant (Tables 2, 3, 6).

Significant statistical significance was demonstrated by facial features. Width and height. Width measured between Zygion points – Zygion and height between Nasion – Gnathion (Table 4) (Fig. 1).

Among the subjects, due to the measurement of the width and height of the face, it was possible to assess the facial index (Table 1). Among men, the largest were medium wide faces and broad faces. Among women, there were equal numbers of people with a broad and medium-wide face (Table 8).

Width and height of the face had a statistically significant effect on the relation of the mandibular aperture to the median plane in men evaluated bilaterally (Table 4). An increase in the measurement value increased the distance of the mandible opening from the median plane. In the case of reference to the posterior margin of the mandibular branch, a statistically significant correlation was found on the left side: the greater width of the face caused a smaller value of this distance (Table 5).

Width and height of the face had a statistically significant effect ( $p < 0.05$ ) on the relationship of the mandibular aperture relative to the median plane, i.e. its centripetal or centrifugal location relative to the median plane in women on both the right and left sides. In women, this effect was evident for the width of the face on the left and for the face height on the right. The increase in the value of measurements resulted in a more centre-oriented location of the mandibular opening.

In women, width of the face statistically significantly influenced the relation of the mandibular aperture to the posterior margin of the mandible on the left side and the height of the face was related to the left side: the higher the value, the smaller the distance of the mandible opening from the posterior margin (Table 9).

### **Results of stepwise regression – men**

Among men (among the analysed thirteen traits), the analysis distinguished nine features on the left side and seven on the right side affecting the

Wśród badanych osób ze względu na przeprowadzenie pomiaru szerokości i wysokości twarzy można było ocenić wskaźnik twarzowy (Tab. 1). Wśród mężczyzn najczęściej było średnio szerokich twarzy oraz szerokich twarzy. Wśród kobiet występowały w równej liczbie osoby z twarzą szeroką, jak i średnio szeroką (Tab. 8).

Szerokość i wysokość twarzy miała istotny statystycznie wpływ na relacje otworu żuchwy względem płaszczyzny pośrodkowej u mężczyzn oceniane bilateralnie (Tab. 4). Wzrost wartości pomiaru powodował zwiększenie odległości otworu żuchwy od płaszczyzny pośrodkowej. W przypadku odniesienia do tylnego brzegu gałęzi żuchwy zaznaczył się istotny statystycznie związek po stronie lewej: większa szerokość twarzy powodowała mniejszą wartość tej odległości (Tab. 5).

Szerokość i wysokość twarzy miała istotny statystycznie wpływ ( $p < 0,05$ ) na relacje otworu żuchwy względem płaszczyzny pośrodkowej, czyli jego dośrodkową lub odśrodkową lokalizację względem płaszczyzny pośrodkowej u kobiet zarówno po stronie prawej, jak i lewej. U kobiet taki wpływ zaznaczał się dla szerokości twarzy po lewej stronie, a dla wysokości twarzy po prawej stronie. Wzrost wartości pomiarów skutkowało bardziej dośrodkowym położeniem otworu żuchwy.

Szerokość twarzy wpływała istotnie statystycznie u kobiet na relacje otworu żuchwy względem tylnego brzegu gałęzi żuchwy po stronie lewej, zaś wysokość twarzy miała związek ze stroną lewą: im większa wartość pomiaru, tym mniejsza odległość otworu żuchwy od tylnego jej brzegu (Tab. 9).

### **Wyniki regresji krokowej – mężczyźni**

Wśród mężczyzn (spośród analizowanych trzynastu cech) analiza wyróżniła po stronie lewej dziewięć cech, a po stronie prawej siedem cech mających wpływ na położenie otworu żuchwowego. Cechami wpływającymi na położenie otworu żuchwowego w stosunku do płaszczyzny pośrodkowej zarówno po stronie lewej, jak i prawej okazały się cztery cechy: długość czaszki, wysokość twarzy oraz odległość punktów *Koronion* i *Kondylion* od płaszczyzny pośrodkowej (Tab. 10). Zarówno po stronie lewej, jak i prawej mężczyźni charakteryzowali się większymi odległościami otworu żu-

**Table 7.** The effect of traits chosen by stepwise regression progressing on the position of the mandibular aperture relative to the posterior margin of the mandibular branch in women on the left and right sides

Left side of the measurement			Right side of the measurement		
Feature	Beta	p	Feature	Beta	P
Angle of the jaw G	-0.426	<b>0.0267</b>	Angle of the jaw G	-0.261	<b>0.0490</b>
Angle of the branch of the mandible C	-0.327	<b>0.0504</b>	Angle of the branch of the mandible C	-0.378	<b>0.0063</b>
Face width	-0.293	0.1082	Aperture of the mandible – median plane	-0.540	<b>0.0010</b>
			Kondylion – Koronion	0.615	<b>0.0002</b>
			Angle of rotation of the mandibular branch A	-0.182	0.1586
			Height of the face	0.173	0.1970
R <sup>2</sup>		0.389	R <sup>2</sup>		0.730

**Table 8.** Face indicator of the persons examined

Category	Face indicator			
	Men		Women	
		N		N
Very broad face	x-78.9	1	x-76.9	6
Broad face	79.0-83.9	8	77.0-80.9	8
Medium broad face	84.0-87.9	11	81.0-84.9	8
Narrow face	88.0-92.9	4	85.0-89.9	3
Very narrow face	93.0-x	–	90.0-x	1

location of the mandibular opening. The features affecting the location of the mandibular aperture in relation to the median plane on both the left and the right side turned out to be four features: the length of the skull, the height of the face and the distance of the Koronion and Kondylion points from the median plane (Table 10). Both on the left and the right side, men were characterized by greater distances of the mandibular opening from the median plane, the greater distance of Koronion from this plane (positive Beta coefficient). It should be noted that on the left side the negative value of the Beta coefficient for the width of the mandibular branch indicated that along with the increase in the width of the mandibular branch,

chwowego od płaszczyzny pośrodkowej; im większa była odległość Koronion od tej płaszczyzny (dodatni współczynnik Beta). Należy zauważyć, że po stronie lewej ujemna wartość współczynnika Beta dla szerokości gałęzi żuchwy wskazała, iż wraz ze wzrostem szerokości gałęzi żuchwy, malała odległość otworu żuchwy od płaszczyzny pośrodkowej. Ponadto po stronie lewej wyróżniony został jeszcze kąt odchylenia gałęzi żuchwy C i kąt rotacji gałęzi żuchwy A. W przypadku kąta odchylenia gałęzi żuchwy C im wyższa była wartość tegoż kąta, tym odległość otworu żuchwy od płaszczyzny pośrodkowej była mniejsza. Natomiast w przypadku kąta rotacji gałęzi żuchwy A dodatni wskaźnik Beta w tym przypadku

**Table 9.** Influence of traits chosen by stepwise regression progressing on the measurement of the position of the mandibular opening in relation to the posterior margin of the mandibular branch in men on the left and right sides of the face

Left side of the measurement			Right side of the measurement		
Feature	Beta	p	Feature	Beta	P
Koronion – median plane	0.751	<b>0.0009</b>	Koronion – median plane	0.630	<b>0.0003</b>
Angle of the jaw G	-0.213	0.2355	Angle of the jaw G	-0.452	<b>0.0084</b>
Gonion – median plane	-0.415	<b>0.0261</b>	Kondylion – median plane	-0.265	0.0835
Kondylion – Koronion	-0.354	0.1091	Angle of rotation of the mandibular branch A	-0.344	<b>0.0219</b>
Face width	0.270	0.1665	Length of the skull	0.221	0.1324
R <sup>2</sup>	0.525		R <sup>2</sup>	0.690	

**Table 10.** Influence of traits chosen by stepwise regression progressing on the position of the mandibular aperture in relation to the median plane in men on the left and right side of the face

Left side of the measurement			Right side of the measurement		
Feature	Beta	p	Feature	Beta	P
Length of the skull	-0.480	<b>0.0283</b>	Length of the skull	-0.632	<b>0.0127</b>
Height of the face	0.271	0.1550	Height of the face	0.480	<b>0.0199</b>
Koronion - median plane	0.251	0.1273	Koronion – median plane	0.419	<b>0.0144</b>
Kondylion - median plane	0.190	0.2440	Kondylion – median plane	0.247	0.1156
Angle of the jaw G	0.529	0.0527	Gonion – median plane	-0.003	0.9887
Angle of the branch of the mandible C	-0.567	<b>0.0052</b>	Face width	0.660	<b>0.0030</b>
Height of the mandibular branch	0.392	0.0976	Kondylion – Koronion	-0.198	0.2668
Angle of rotation of the mandibular branch A	0.433	<b>0.0338</b>			
Width of the mandibular branch	-0.173	0.3290			
R <sup>2</sup>	0.744		R <sup>2</sup>	0.703	

the distance of the mandibular opening from the median plane decreased. Moreover, on the left side, the deviation angle of the mandibular branch C and the angle of rotation of the mandibular branch were also distinguished. In the case of the angle of deviation of the mandibular branch C, the higher the value of this angle, the smaller the distance of the mandibular opening from the median plane. However, in the case of rotation angle of mandibular branches A, positive Beta

oznacza, że wraz ze zwiększaniem się wartości tego kąta, zwiększa się odległość otworu żuchwy od płaszczyzny pośrodkowej. Po stronie prawej wyróżniona została również szerokość twarzy: im większa szerokość twarzy u mężczyzn, tym odległość otworu żuchwy od płaszczyzny pośrodkowej była większa. Wszystkie użyte w analizie cechy wyjaśniły około 70% zmienności otworu żuchwy po stronie lewej, jak i po stronie prawej, przy czym za najsilniej wpływającą cechą spośród



index in this case means that as the value of this angle increases, the distance of the mandibular opening from the median plane increases. On the right side, the face width was also distinguished: the greater the width of the face in men, the greater the distance of the mandibular opening from the median plane. All features used in the analysis explained about 70% of the variation of the mandibular aperture on the left side and on the right side, with the trait of the Kondylion point from the median plane considered to be the strongest influencing feature among the selected variables on both the right and the left sides.

In the case of a feature of the distance of the mandibular aperture from the posterior margin of the mandibular branch distinguished by regression, there were five features (Table 9). For the left and the right sides, two common features were chosen: the distance of the Koronion point from the median plane and the angle of the mandible G. On the left side, the distance between the mandibular apex and the posterior margin of the mandibular branch was significantly influenced by the Gonion point distance from the median plane, and on the right side the rotation angle of mandibular branches A. All features used in the analysis explained about 50% of the variability of the analysed feature on the left side and on the right side as much as 69%. The feature of distance between the Koronion point and the median plane (Table 9) should be considered the strongest influencing feature among selected variables on both the right and the left sides.

### **Results of stepwise regression – women**

In the case of women, only three features on the left side and five on the right side influencing the mandibular position in relation to the median plane were distinguished in the analysis (Table 8). It statistically significantly affected the examined feature. On the left side, three features significantly affected the position of the mandibular aperture relative to the median plane, namely: Gonion and Kondylion distance from the median plane (the highest Beta index) and the width of the mandibular branch, and on the right side: the distance of the mandibular opening in relation

wybranych zmiennych zarówno po stronie prawej, jak i lewej uznać należy cechę odległość punktu *Kondylion* od płaszczyzny pośrodkowej.

W przypadku cechy odległości otworu żuchwy od tylnego brzegu gałęzi żuchwy wyróżnionych przez regresję zostało po pięć cech (Tab. 9). Dla lewej, jak i prawej strony wybrane zostały dwie cechy wspólne: odległości punktu *Koronion* od płaszczyzny pośrodkowej i kąt żuchwy G. Po stronie lewej istotnie wpływającą na zmienność cechy odległość otworu żuchwowego od tylnego brzegu gałęzi żuchwy okazała się odległość punktu *Gonion* od płaszczyzny pośrodkowej, a po stronie prawej kąt rotacji gałęzi żuchwy A. Wszystkie cechy użyte w analizie wyjaśniły około 50% zmienności analizowanej cechy po stronie lewej, a po stronie prawej aż 69%. Za najsilniej wpływającą cechę spośród wybranych zmiennych zarówno po stronie prawej, jak i lewej uznać należy odległość punktu *Koronion* od płaszczyzny pośrodkowej (Tab. 9).

### **Wyniki regresji krokowej – kobiety**

W przypadku kobiet wyróżnione w analizie zostały tylko trzy cechy po stronie lewej i pięć po stronie prawej wpływające na położenie otworu żuchwowego w odniesieniu do płaszczyzny pośrodkowej (Tab. 5). Wspólną cechą dla strony lewej i prawej okazał się kąt odchylenia gałęzi żuchwy C, choć nie wpływał on istotnie statystycznie na badaną cechę. Po stronie lewej trzy cechy wpływały istotnie na położenie otworu żuchwowego względem płaszczyzny pośrodkowej, a mianowicie: odległość punktów *Gonion* oraz *Kondylion* od płaszczyzny pośrodkowej (najwyższy wskaźnik Beta) i szerokość gałęzi żuchwy, a po stronie prawej: odległość otworu żuchwowego w relacji do tylnego brzegu gałęzi żuchwy (najwyższy wskaźnik Beta), odległość między punktami *Kondylion* a *Koronion* i wysokość twarzy. Współczynnik determinacji jest podobny po obu stronach i wynosi około 0,5.

Istotny statystycznie wpływ na położenie otworu żuchwowego względem tylnego brzegu gałęzi żuchwy po stronie lewej i prawej miały dwie cechy: kąt żuchwy G i kąt odchylenia gałęzi żuchwy C. Im większy każdy z kątów, tym odległość otwo-

to the posterior branch margin jaws (the highest Beta index), the distance between Kondylion and Koronion points and the height of the face. The coefficient of determination is similar on both sides and is about 0.5

The statistically significant impact on the position of the mandibular apex in relation to the posterior margin of the mandible on the left and right side had two features: mandibular angle G and angle of branch deviation C. The greater each angle, the distance of the mandibular apex to the posterior margin of the mandible and the median plane is smaller. In addition, on the right side a significant impact was noted in the case of the distance of the mandibular opening from the median plane and measurement of Kondylion - Koronion (the highest Beta index). All features used in the analysis explained about 40% of variability of the analysed feature on the left side, and on the right side as much as 73%, whereas the mandibular angle G on the left and the Kondylion - Koronion measurement on the right should be considered as the strongest influencing trait among selected variables (Table 7).

## Discussion

Issues concerning the anatomical structure of the mandible, the relation of thirteen anthropometric points and the measurements determined based on them were the subject of numerous studies.<sup>13-16</sup> However, modern three-dimensional imaging techniques can clarify certain parameters, enable new methods of measurement, opening the field for further research. As expected, in our own research significant differences in the field of the majority of the analysed measurement parameters were observed. The obtained results are consistent with the observations of numerous authors.<sup>17-22</sup> Therefore, the differences in the morphology in the assessment of the variability of the mandibular measurement characteristics and, consequently, the position of the mandibular aperture should be taken into account. It is necessary to take into account the influence of gender in assessing the location of the mandibular aperture as well as bilateral differences.

The position of the mandibular aperture shows

ru żuchwy do tylnego brzegu gałęzi żuchwy i od płaszczyzny pośrodkowej jest mniejsza. Ponadto po stronie prawej istotny wpływ zanotowano w przypadku odległości otworu żuchwowego od płaszczyzny pośrodkowej i pomiaru *Kondylion - Koronion* (najwyższy wskaźnik Beta). Wszystkie cechy użyte w analizie wyjaśniły około 40% zmienności analizowanej cechy po stronie lewej, a po stronie prawej aż 73%, przy czym za najsilniej wpływającą cechę spośród wybranych zmiennych po stronie lewej uznać należy kąt żuchwy G, a po prawej stronie pomiar *Kondylion - Koronion* (Tab. 7).

## Dyskusja

Zagadnienia dotyczące budowy anatomicznej żuchwy, relacji 13 punktów antropometrycznych i ustalonych w oparciu na nich pomiarów było przedmiotem licznych badań.<sup>13-16</sup> Jednakże nowoczesne techniki obrazowania trójwymiarowego mogą doprecyzować pewne parametry, umożliwić nowe sposoby pomiarów otwierając pole do dalszych badań. Zgodnie z oczekiwaniem w badaniach własnych zaobserwowano istotne różnice dymorficzne w zakresie większości analizowanych cech pomiarowych. Uzyskane wyniki są zgodne z obserwacjami licznych autorów.<sup>17-22</sup> Z tego powodu powinno się uwzględniać różnice dymorficzne w ocenie zmienności cech pomiarowych żuchwy, a w konsekwencji położenia otworu żuchwowego. Konieczne jest uwzględnienie wpływu płci w ocenie położenia otworu żuchwowego, a także różnic bilateralnych.

Położenie otworu żuchwowego wykazuje znaczną zmienność wraz z wiekiem. Otwór żuchwowy jest zlokalizowany poniżej płaszczyzny okluzyjnej do stadium zębów stałych, a u dorosłych około 4,14 mm powyżej tej płaszczyzny.<sup>23</sup> Ponadto *Kano*<sup>24</sup> stwierdził, że języczek żuchwy może znajdować się 6 mm powyżej płaszczyzny okluzyjnej u dzieci w wieku 7-8 lat i 10 mm u dzieci w wieku 9-10.

Największą stabilizację rozwojową żuchwy przedstawiają badani w wieku 30-60 zarówno mężczyźni, jak i kobiety.<sup>23,25</sup> Dlatego też, w badaniach własnych, żeby uniknąć wpływu zmienności związanej z wiekiem, kwalifikowano do badania

**Table 11.** The length of the head of the subjects

Category	Length of the head			
	Men		Women	
	N	%	N	%
Very short (x-176.9)	–	–	14	53.8
Short (177.0-182.9)	7	29.2	12	46.2
Average (183.0-189.9)	8	33.3	–	–
Long (190.0-196,9)	8	33.3	–	–
Very long (197.0-x)	1	4.2	–	–

considerable variability with age. The mandibular aperture is located below the occlusal plane to the permanent teeth stage and in adults about 4.14 mm above this plane.<sup>23</sup> In addition, *Kano*<sup>24</sup> stated that the mandibular lingula may be located 6 mm above the occlusal plane in children aged 7-8 years and 10 mm in children aged 9-10.

The greatest developmental stabilization of the mandible is presented by subjects aged 30-60 years, both men and women.<sup>23,25</sup> Therefore, in own studies, to avoid the influence of age-related variability, the person was tested in a homogeneous age group.

In our research it was observed that significant differences in the dimensions of the anatomical structures of the mandible occur depending on the gender and the side of the measurement: the dimensions of the measured structures of the female mandible are smaller compared to the corresponding structures of the male mandible. This also applies to the distance of the mandibular opening from the posterior margin of the mandibular branch and also from the median plane. Smaller values also assume all measured angles (Tables 2, 3)

The absolute length of the head is not a reliable measurement in the field of short-head and long-head. It enables the index of the width-length head (main or cephalic) because it allows a relative comparison of the length measurement (g-op) to the width measured between the Eurion points - eu-eu. Absolute head length (Table 11) statistically significantly affects the relationship of the

osoby znajdując się w homogennym przedziale wiekowym.

W badaniach własnych zaobserwowano, że znamienne różnice w wymiarach struktur anatomicznych żuchwy występują w zależności od płci oraz strony pomiaru: wymiary mierzonych struktur żuchwy kobiet są mniejsze w porównaniu z odpowiednimi strukturami żuchwy mężczyzn. Dotyczy to również odległości otworu żuchwy od tylnego brzegu gałęzi żuchwy a także od płaszczyzny pośrodkowej. Mniejsze wartości przyjmują również wszystkie mierzone kąty (Tab. 2, 3).

Bezwzględna długość głowy nie jest miarodajnym pomiarem w zakresie krótkogłowia i długogłowia. Umożliwia to wskaźnik szerokościowo-długościowy głowy (główny albo cefaliczny), ponieważ umożliwia względne porównanie pomiaru długości (g-op) do szerokości mierzonej między punktami *Eurion* – eu-eu. Bezwzględna długość głowy (Tab. 11) wpływa istotnie statystycznie na relacje otworu żuchwy w odniesieniu do płaszczyzny pośrodkowej u mężczyzn zarówno po stronie lewej, jak i prawej (Tab. 4). Nie obserwowano takiej u badanej grupy kobiet (Tab. 5 i 7). Zwiększenie wartości pomiaru powoduje zmniejszenie odległości otworu żuchwy od płaszczyzny pośrodkowej, czyli jego mezjalizację (przesunięcie otworu w przestrzeni w kierunku płaszczyzny pośrodkowej (Tab. 9 i 10).

Położenie otworu żuchwowego wykazuje znaczącą zmienność bilateralną. W piśmiennictwie często można się spotkać z brakiem takich róż-

mandibular opening in relation to the median plane in men both on the left and the right side (Table 4). No such feature was observed in the examined group of women (Tables 5 and 7). Increasing the value of the measurement causes a reduction in the distance of the mandibular opening from the median plane, i.e. its mesialisation (movement of the aperture in space towards the median plane (Tables 9 and 10).

The position of the mandibular aperture shows significant bilateral variability. In the literature, there is often a lack of such differences.<sup>26-28</sup> In a 2004 study, *Mendoza*<sup>29</sup> showed the existence of statistically significant bilateral differences in the position of the mandibular opening.

An important value in the undertaken studies is the introduction of additional Angles determining the location of the mandibular branch to assess the variation of the position of the mandibular aperture. This applies especially to the angle established in relation to the longitudinal axis of the mandibular branch – the rotation angle of the mandible branch and the angle of the mandibular angle fixed to the anteroposterior axis – the angle of inclination of the mandibular branch and the classic angle established relative to the transverse axis (angle of the deviation of the mandibular branch). It is connected with the possibility of determining the three-dimensional branch of the mandible in three axes: longitudinal axis, anterior-posterior (sagittal) axis and transverse axis. The variability of these angles was compared to the position of the mandibular aperture as well as to the median plane and to the posterior margin of the mandibular branch. All the mentioned angles take higher average values in men than in women (Tables 2 and 3)

In many studies,<sup>13-16</sup> mandibular angles and anthropometric points were measured.<sup>30,31</sup> These are standard values and are mainly found in orthodontic monographs. Many authors give results similar to their own observations. A deviation can be the comparison of different human populations inhabiting other continents, where, apart from genetic factors, the environmental factors influence the anatomical structure. And so *Thilander*<sup>32</sup> dealt with the Swedish population and *Mwanki* and

*nic.*<sup>26-28</sup> W badaniach z 2004 roku *Mendoza*<sup>29</sup> wykazał istnienie statystycznie istotnych różnic bilateralnych w zakresie położenia otworu żuchwy.

Istotną wartością w podjętych badaniach jest wprowadzenie do oceny zmienności położenia otworu żuchwowego dodatkowego oraz kątów określających położenie gałęzi żuchwy. Dotyczy to zwłaszcza kąta ustalonego względem osi podłużnej gałęzi żuchwy – kąta rotacji gałęzi żuchwy i kąta gałęzi żuchwy ustalonego względem osi przednio-tylnej – kąta pochylecia (odchylenia) gałęzi żuchwy oraz klasycznego kąta ustalonego względem osi poprzecznej (kąt dotylnego odchylenia gałęzi żuchwy). Związane jest to z możliwością ustalenia w przestrzeni trójwymiarowej gałęzi żuchwy w trzech osiach: podłużnej, przednio-tylnej (strzałkowej) i poprzecznej. Odniesiono zmienność tych kątów do położenia otworu żuchwy, a także względem płaszczyzn pośrodkowej i względem tylnego brzegu gałęzi żuchwy. Wszystkie wymienione kąty przyjmują większe średnie wartości u mężczyzn niż u kobiet (Tab. 2 i 3).

W wielu badaniach (13-16) dokonywano pomiarów kątów żuchwy i punktów antropometrycznych.<sup>30,31</sup> Są to wartości standardowe i głównie spotykane w monografiach ortodontycznych. Wielu autorów podaje wyniki zbliżone do obserwacji własnych. Odstępstwem może być porównywanie różnych populacji ludzkich zamieszkujących inne kontynenty, gdzie poza czynnikami genetycznymi wpływ na budowę anatomiczną powodują czynniki środowiskowe. I tak *Thilander*<sup>32</sup> zajmował się szwedzką populacją, a *Mwanki* i *Hassanali*<sup>33</sup> w 1992 badali populację kenijską. Inni autorzy tacy jak *Cheung*,<sup>34</sup> *Kusnoto* i wsp.<sup>35</sup> publikują wyniki nieodbiegające od średnich wartości mierzonych parametrów.

Pomimo licznych prac badających lokalizację otworu żuchwowego, bardzo częstą kwestią skuteczności znieczulania w tej okolicy jest zmienność anatomiczna i występowanie anomalii lub nieprawidłowości anatomicznych. O związanych z tym problemami pisało wielu autorów.<sup>36-39</sup>

Nieprawidłowości anatomiczne mogą być związane z miejscem podziału gałęzi nerwu zębołowego dolnego, a także może występować

Hassanali in 1992<sup>33</sup> studied the Kenyan populations. Other authors such as Cheung,<sup>34</sup> Kusnoto et al.<sup>35</sup> publish results that do not differ from the average values of the measured parameters.

Despite numerous studies investigating the location of the mandibular aperture, anatomical variability and the occurrence of anomalies or anatomical abnormalities are a very common issue of the effectiveness of anaesthesia in this area. Many authors have written about these problems.<sup>36-39</sup>

Abnormalities may be associated with the site of division of the inferior alveolar nerve and may also be an additional branch of the nerve, the so-called minor alveolar nerve.<sup>40,41</sup> It means that even properly performed lower alveolar nerve anaesthesia will not be effective and it will only change the described variations.

In the light of own observations and of other authors, it is not possible to determine fixed values of the position of the opening.

In the classic method of anaesthesia of the inferior nerve, the anterior-antrolateral angulation of the mandibular branch is of great importance – the classic angle G and the lateral C-axis. Slight differences are also caused by the rotation of the mandible along the longitudinal axis - the A-branch of the mandible especially if this rotation is determined by the plane running at the height of the opening of the mandible.

The results obtained indicate that in people, especially with large values of the angle of the mandible, which can be easily determined clinically, the distance of the mandibular opening from the posterior margin of the mandibular branch decreases and this can be taken into account during the injection, making it more distal. This procedure can also be recommended for people with a large face width.

dodatkowa gałęzi nerwu, tzw. nerw zębodołowy mniejszy.<sup>40,41</sup> To wszystko powoduje, że nawet prawidłowo wykonane znieczulenie nerwu zębodołowego dolnego nie będzie skuteczne, a zmieni to dopiero uwzględnienie opisanych zmienności.

W świetle obserwacji własnych i innych autorów nie jest możliwe ustalenie stałych wartości położenia otworu.

Przy klasycznej metodzie znieczulenia nerwu zębodołowego dolnego największe znacznie ma pochYLENIE przednio-dotylne gałęzi żuchwy - klasyczny kąt G, a także boczne – kąt C. Nieznaczne różnice spowodowane są również rotacją gałęzi żuchwy wzdłuż osi podłużnej – kąt A gałęzi żuchwy, zwłaszcza jeśli rotacja ta wyznaczana jest przez płaszczyznę przebiegającą na wysokości położenia otworu żuchwy.

Otrzymane wyniki wskazują iż u osób, zwłaszcza z dużymi wartościami kąta żuchwy, co można łatwo stwierdzić klinicznie, odległość otworu żuchwy od tylnego brzegu gałęzi żuchwy maleje i można to wziąć pod uwagę podczas iniekcji, wykonując ją bardziej dystalnie. Takie postępowanie można rekomendować także u osób o znacznej szerokości twarzy.

---

### Acknowledgements

We extend our most cordial gratitude to Professor Tomasz Konopka for his invaluable help in this project.

---

### Podziękowanie

Najserdeczniejsze podziękowania dla prof. dr hab. Tomasza Konopki za pomoc realizacji pracy.

## References

1. Kusnoto B, Evans C A, BeGole E A, de Rijk W: Assessment of 3-dimensional computer-generated cephalometric measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999; 116: 390-399.
2. Kiciński M, Kubera N, Różyło-Kalinowska I: Zastosowanie nowoczesnych technik obrazowania do diagnostyki przedimplantacyjnej. *Mag Stomatol* 2008; 5: 44-47.
3. Ludlow JB, Laster WS, See M, Bailey LJ, Hershey HG: Accuracy of measurements of mandibular anatomy in cone beam computed tomography images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007; 103: 534-542.
4. Rice MK: Regional Nerve Blocks for Equine Dentistry. *J Vet Dent* 2017; 34: 106-109.
5. Saatchi M, Shafiee M, Khademi A, Memarzadeh B: Anesthetic Efficacy of Gow-Gates Nerve Block, Inferior Alveolar Nerve Block, and Their Combination in Mandibular Molars with Symptomatic Irreversible Pulpitis: A Prospective, Randomized Clinical Trial. *J Endod* 2018; 44: 384-388.
6. Thiem DG, Schnaith F, Van Aken CM, Köntges A, Kumar VV, Al-Nawas B, Kämmerer PW: Extraction of mandibular premolars and molars: comparison between local infiltration via pressure syringe and inferior alveolar nerve block anesthesia. *Clin Oral Investi* 2018; 22: 1523-1530.
7. Brown J: Diagnostic and treatment patterns for renal colic in US Emergency Departments. *Int Urol Nephrol* 2006; 38: 87-92.
8. May JM, Shuman WP, Strote JN, Branch KR, Mitsumori LM, Lockhart DW, et al.: Low-risk chest pain patients in the emergency department: Negative 64-channel cardiac CT angiography may reduce length of stay and hospital charges. *AJR Am J Roentgenol* 2009; 193: 150-154. doi: 10.2214/AJR.08.2021.
9. Leipsic J, Labounty TM, Heilbron B, Min JK, Mancini GB, Lin FY, et al.: Estimated radiation dose reduction using adaptive statistical iterative reconstruction in coronary CT angiography: The ERASIR study. *AJR Am J Roentgenol* 2010 195: 655-660. doi: 10.2214/AJR.10.4288.
10. Malinowski A: Podstawy antropometrii : metody, techniki, normy. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN; 1997.
11. Naini FB: Facial aesthetics concepts and clinical diagnosis. Chichester, West Sussex: Wiley-Blackwell; 2011. p. 235-236.
12. Kolar JC, Salter EM: Craniofacial anthropometry: practical measurement of the head and face for clinical, surgical, and research use. Springfield: C.C. Thomas; 1997.
13. Kusnoto B, Evans C A, BeGole E A, de Rijk W: Assessment of 3-dimensional computer-generated cephalometric measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999; 116: 390-399.
14. Swati Kapoor, Amneet Sandhu, Anjali Singl: Sumeet Sandhu Topographic anatomy of mandibular foramen in different age groups using panoramic radiographs *Eur J Anat* 2018; 22: 27-35.
15. You KH, Lee KJ, Lee SH, Baik HS: Three-dimensional computed tomography analysis of mandibular morphology in patients with facial asymmetry and mandibular prognathism. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 138: 540 .e1-8.
16. Mane DR, Kale AD, Bhai MB, Hallikerimath S: Anthropometric and anthroposcopic analysis of different shapes of faces in group of Indian population: a pilot study. *J Forensic Leg Med* 2010; 17: 421-425.
17. Tsunori M, Mashita M, Kasai K: Relationship between facial types and tooth and bone characteristics of the mandible obtained by CT scanning. *Angle Orthod* 1998; 68: 557-562.
18. Bishara SE, Jakobsen JR: Longitudinal changes in three normal facial types. *Am J Orthod* 1985; 88: 466-502.
19. Edler R, Agarwal P, Wertheim D, Greenhill D: The use of anthropometric proportion indices in the measurement of facial attractiveness. *Eur J Orthod* 2006; 28: 274-281.
20. Collett AR, West VC: Terminology of facial morphology in the vertical dimension. *Aust Dent J* 1993; 38: 480-481.
21. Allanson JE, Cunniff C, Hoyme HE, McGaughran J, Muenke M, Neri G: Elements of morphology: standard terminology for the head and face. *Am J Med Genet* 2009; 149A: 6-28.
22. Farkas LG, Katic MJ, Forrest CR, Alt KW, Bagic I, Baltadjiev G, et al.: International anthropometric study of facial morphology in various ethnic groups/races. *J Craniofac Surg* 2005; 16: 615-646.
23. Ashkenazi M, Taubman L, Gavish A: Age associated changes of the mandibular foramen position in anteroposterior dimension and of the mandibular angle in dry human mandibles. *Anat Rec* 2011; 294: 1329-1325.

24. Kanno CM, Oliveira JA, Cannon M, Carvalho AA: The mandibular lingula's position in children as a reference to inferior alveolar nerve block. *J Dent Child* 2005; 72: 56-60.
25. Hwang TJ, Hsu SC, Huang QF, Guo MK: Age changes in location of mandibular foramen. *Chinese Dent J* 1990; 9: 98-103.
26. Christopher HM, Avital MB, Steven MW, Sheldon MM: Dimorphic study of surgical anatomic landmarks of the lateral ramus of the mandible. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1993; 75: 436-438.
27. Hayward J, Richardson ER, Malhotra SK: The mandibular foramen: its anteroposterior position. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1977; 44: 837-843.
28. Urbina HO, Marcos GE, Nydia EA: Medidas anatomicas de la mandibula aplicadas a la tecnica de Obwegeser-Dal Pont. *Ann Anat Norm* 1984; 2: 34-36
29. Mendoza CC; Vasconcelos BC, Sampaio G, Cauás M, Batista JE: Localização topográfica do forame-mandibular: estudo comparativo em mandíbulas humanas secas. *Rev Cirurg Traumat* 2004; 4: 137-142.
30. Farronato G, Garagiola U, Dominici A, Periti G, de Nardi S, Carletti V: Ten-point 3D cephalometric analysis using low-dosage cone beam computed tomography. *Prog Orthod* 2010; 11: 2-12.
31. Christopher HM, Avital MB, Steven MW, Sheldon MM: Dimorphic study of surgical anatomic landmarks of the lateral ramus of the mandible. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1993; 75: 436-438.
32. Thilander B, Persson M, Adolfsson U: Roentgencephalometric standards for a Swedish population. A longitudinal study between the ages of 5 and 31 years. *Eur J Orthod* 2005; 27: 370-389.
33. Mwaniki DL, Hassanali J: The position of mandibular and mental foramina in Kenyan African mandibles. *East Afr Med J* 1992; 69: 210-213.
34. Cheung L K, Chan Y M, Jayaratne YS, Lo J: Three dimensional cephalometric norms of Chinese adults in Hong Kong with balanced facial profile. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011; 112: 56-73.
35. Kusnoto B, Evans CA, BeGole E A, de Rijk W: Assessment of 3-dimensional computer-generated cephalometric measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999; 116: 390-399.
36. Claeys V, Wackens G: Bifid mandibular canal: literature review and case report. *Dentomaxillofac Radiol* 2005; 34: 55-58.
37. Auluck A, Pai KM, Mupparapau M: Multiple mandibular nerve canals: radiographic observations and clinical relevance. Report of 6 cases. *Quintessence Int* 2007; 38: 781-787.
38. Karamifar K, Shahidi S, Tondari A: Bilateral bifid mandibular canal: report of two cases. *Indian J Dent Res* 2009; 20: 235-237.
39. Auluck A, Pai KM, Mupparapau M: Multiple mandibular nerve canals: radiographic observations and clinical relevance. Report of 6 cases. *Quintessence Int* 2007; 38: 781-787.
40. Kaafman E, Weinstein P, Milgrom P: Difficulties in achieving local anesthesia. *J Am Dent Assoc* 1984; 108: 205-208.
41. Blanton PL, Jeske AH: Avoiding complications in local anesthesia induction: Anatomical Considerations. *J Am Dent Assoc* 2003; 134: 888-893.

Address: 50-425 Wrocław, ul. Krakowska 26  
Tel.: +4871 7840381, Fax: +4871 7840380  
e-mail: jacek.zborowski@umed.wroc.pl

Received: 13<sup>th</sup> June 2018  
Accepted: 5<sup>th</sup> August 2018