

## Analiza morfologii wyrostka zębodołowego szczęki w zależności od inklinacji zęba siecznego górnego w oparciu o CBCT – badanie retrospektywne

## Analysis of the morphology of the maxillary alveolar process in relation to the upper incisor inclination based on CBCT – a retrospective study

Małgorzata Edyta Kuc-Michalska<sup>1</sup>   (ORCID ID: 0000-0002-4872-1291)

Agnieszka Szemraj-Folmer<sup>2</sup>    (ORCID ID: 0000-0003-1566-796X)

Paweł Plakwicz<sup>3</sup>   (ORCID ID: 0000-0003-4713-2142)

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

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

<sup>1</sup> Prywatna praktyka w Zabrze  
*Private practice in Zabrze*

<sup>2</sup> Zakład Ortodoncji, Gdański Uniwersytet Medyczny  
*Department of Orthodontics, Medical University of Gdańsk*

<sup>3</sup> Zakład Chorób Błony Śluzowej i Przyzębia, Warszawski Uniwersytet Medyczny  
*Department of Mucosal and Periodontal Diseases, Medical University of Warsaw*

### Streszczenie

Grubość kości wyrostka zębodołowego stała się istotnym czynnikiem, który należy brać pod uwagę w czasie planowania leczenia ortodontycznego. **Cel.** Ustalenie korelacji pomiędzy kątem inklinacji siekaczy szczęki a grubością warstwy kości w okolicy wierzchołków korzeni od strony przedśionka i podniebienia. **Materiał i metody.** Badanie retrospektywne przeprowadzono na cefalogramach i tomografiach stożkowych wśród 36 pacjentów (w wieku od 10 do 45 lat: 22 kobiety i 14 mężczyzn z różnymi wadami szkieletowymi), wykonanych przed leczeniem. Na cefalogramach wykonywano pomiar kąta inklinacji najbardziej doprzecznie

### Abstract

The thickness of the alveolar process bone has become an essential factor to consider while planning orthodontic treatment. **Aim.** To determine a correlation between the inclination angle of the maxillary incisors and the thickness of the bone layers near the root apices from the vestibular and palatal sides. **Material and methods.** A retrospective study was conducted on cephalograms and cone beam computed tomographs of 36 patients (aged 10 to 45 years: 22 women and 14 men with various skeletal defects) taken before treatment. The cephalograms were used to measure the inclination angle of the most anteriorly positioned incisor

Adres do korespondencji/*Correspondence address:*

Małgorzata Edyta Kuc-Michalska

NZOZ Poradnia Ortodontyczno-Stomatologiczna "Ortomikar", ul. Pawliczka 10/1, 41-800 Zabrze

e-mail: kucmichalska041968@gmail.com



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

ustawionego siekacza wg analizy Björka. Na CBCT pacjentów wyznaczano wierzchołek korzenia badanego zęba, a następnie przeprowadzono pomiary grubości warstwy kości przedścionkowo i podniebiennie od korzenia w rzucie wierzchołka. **Wyniki.** Najmniejszą zanotowaną wartością kąta inklinacji siekacza w badanej grupie było 90,1 stopnia, a największą – 131,2 stopnia. Korelacja pomiędzy kątem inklinacji siekacza a grubością kości po stronie przedścionkowej kości wyrostka w okolicy wierzchołka korzenia siekacza wyniosła 0,634 ( $p < 0,001$ ), a po stronie podniebiennej  $-0,497$  ( $p = 0,002$ ). Ta zależność występowała u obu płci. **Wnioski.** Wyższa wartość kąta inklinacji siekacza górnego jest powiązana z grubszą warstwą kości wyrostka zębodołowego od strony przedśionka i cieńszą od strony podniebienia w okolicy apeksu. W przypadku siekaczy górnych ich wychylenie oraz dopodniebienne torkowanie korzeni wydają się być bezpiecznymi ruchami ortodontycznymi. Natomiast przechylenie i doprzedśionkowe torkowanie korzeni siekaczy górnych może prowadzić do zmniejszania grubości blaszki przedśionkowej, dlatego powinno być pod kontrolą CBCT. Kąt inklinacji zębów siecznych powinien być uwzględniany w badaniach dotyczących grubości kości wyrostka zębodołowego tej okolicy. (Kuc-Michalska ME, Szemraj-Folmer A, Plakwicz P. Analiza morfologii wyrostka zębodołowego szczęki w zależności od inklinacji zęba siecznego górnego w oparciu o CBCT – badanie retrospektywne. *Forum Ortod* 2023; 19 (3): 65-76).

Nadesłano: 21.11.2023

Przyjęto do druku: 04.01.2024

<https://doi.org/10.5114/for.2023.134496>

**Słowa kluczowe:** morfologia wyrostka zębodołowego szczęki, oś siekaczy górnych, tomografia stożkowa

## Wstęp

Grubość kości wyrostka zębodołowego jest istotnym czynnikiem, który należy brać pod uwagę przed leczeniem ortodontycznym. Wiele badań o tej tematyce dotyczy siekaczy dolnych. W ostatnim czasie na znaczeniu zyskały również badania nad położeniem siekaczy górnych. Opierając się na nowych badaniach, udowadniających, że wysokość i grubość kości wyrostka zębodołowego zmniejsza się wraz ze zmianą inklinacji zębów przednich, ortodontaści powinni zwrócić uwagę na wyjściową grubość kości otaczającej korzenie zębów (1). Jest to jedno z kluczowych rozważań we współczesnym planowaniu leczenia ortodontycznego przy użyciu nowoczesnych narzędzi radiologicznych, w tym tomografii wiązki stożkowej (CBCT).

Początkowo badania skupiały się na ocenie grubości kości wyrostka otaczającego siekaczę żuchwy, ze względu na niewielki wymiar przednio-tylny kości, oraz częstsze występowanie recesji dziąseł przed, w czasie leczenia ortodontycznego oraz po nim (2–9). Recesje dziąsłowe od strony

according to the Björk's analysis. The root apex of the examined tooth was marked on the patients' CBCTs, and the thickness of the bone layer was measured on the vestibular and palatal sides from the root in the apex projection. **Results.** The smallest recorded value of incisor inclination angle in the study group was 90.1 degrees, and the largest was 131.2 degrees. The correlation between incisor inclination angle and bone thickness on the vestibular side of the alveolar bone near the apex of the incisor root was 0.634 ( $p < 0.001$ ), and on the palatal side  $-0.497$  ( $p = 0.002$ ). This relationship was present in both sexes. **Conclusions.** A higher value of the upper incisor inclination angle is related to the thicker bone layer on the vestibular side and a thinner one on the palatal side near the root apex. In the case of the upper incisors, their inclination and palatal torquing of roots appear to be safe orthodontic movements. On the other hand, tilting and vestibular torquing of upper incisor roots can reduce the thickness of the vestibular plate, so it should be done under CBCT guidance. The incisor inclination angle should be considered in studies on the thickness of the alveolar process bone in this area. (Kuc-Michalska ME, Szemraj-Folmer A, Plakwicz P. Analysis of the morphology of the maxillary alveolar process in relation to the upper incisor inclination based on CBCT – a retrospective study. *Orthod Forum* 2023; 19 (3): 65-76).

Received: 21.11.2023

Accepted: 04.01.2024

<https://doi.org/10.5114/for.2023.134496>

**Key words:** maxillary alveolar process morphology, upper incisor axis, cone beam computed tomography

## Introduction

The thickness of the alveolar process bone is an essential factor to consider before orthodontic treatment. Much of the research on this topic involves the lower incisors. Recently, research on the position of the upper incisors has also gained importance. Based on new studies proving that the height and thickness of the alveolar process bone decrease as the inclination of anterior teeth changes, orthodontists should pay attention to the initial thickness of bone surrounding the tooth roots (1). This is one of the key considerations in modern orthodontic treatment planning using modern radiological tools, such as cone beam computed tomography (CBCT).

Initially, studies were focused on assessing the thickness of the alveolar process bone surrounding the mandibular incisors due to the small anteroposterior dimension of the bone and the higher incidence of gingival recession before, during and after orthodontic treatment (2–9). Gingival recessions on the vestibular side are particularly often observed with the movement of inclination of mandibular

przedsionkowej są szczególnie często obserwowane przy ruchu wychylania siekaczy żuchwy (1–9). Natomiast przechylenie lub cofanie zębów dolnych siecznych zmniejsza liczbę i zaawansowanie recesji od strony przedsionkowej nawet u osób z brakiem optymalnej higieny i obecnością stanu zapalnego przyzębia (10).

W okolicy siekaczy kość wyrostka zębodołowego przedniego odcinka szczęki jest grubsza niż żuchwy, a kąty inklinacji siekaczy szczęki mają znaczną różnorodność jeszcze przed rozpoczęciem leczenia ortodontycznego, od klasycznie retruzyjnie ustawionych siekaczy górnych u pacjentów z II klasą podgrupą 2, do protruzyjnie ustawionych siekaczy w wyniku mechanizmu kompensacji zębowo-wyrostkowej u większości pacjentów III-klasowych (11, 12).

W czasie leczenia ortodontycznego inklinacja zębów siecznych może ulec znacznej zmianie/modyfikacji, co wiąże się również ze zmianą położenia ich korzeni w wyrostku zębodołowym, szczególnie w przypadkach dysproporcji pomiędzy ilością miejsca w łuku zębowym a rozmiarem zębów. Zmiana ustawienia siekaczy dolnych może spowodować zmniejszenie grubości blaszki zewnętrznej w postaci dehiscencji lub fenestracji, a następnie doprowadzić do wyprowadzenia korzenia poza wyrostek zębodołowy (9). W literaturze pojawiły się również informacje na temat potencjalnej szkodliwości ruchu retrakcji siekaczy górnych mogącego prowadzić do resorpcji wierzchołków korzeni (13–15). Dlatego wiedza o grubości kości wyrostka zębodołowego pokrywającej siekacze szczęki, zarówno od strony przedsionka, jak i podniebienia, jest istotna przy planowaniu leczenia ortodontycznego.

## Cel

Ustalenie korelacji pomiędzy kątem inklinacji siekaczy górnych a grubością warstwy kości przedsionkowej i podniebiennej w okolicy wierzchołków korzeni, niezależnie od klasy szkieletowej.

## Materiał i metody

Spośród 368 badań CBCT wykonanych w latach 2016–2019 do badania retrospektywnego zakwalifikowano tomografie stożkowe pierwszych 36 pacjentów, wybranych w kolejności alfabetycznej, w wieku 10–45 lat (22 kobiety i 14 mężczyzn). Pacjent lat 10 miał nasilony przodozgrzyz WITS -12,6 mm, asymetrię żuchwy oraz problemy oddechowe w wywiadzie. Pacjenci z III klasą szkieletową w badanej grupie stanowili 69,4% (25 osób), z klasą II – 22,2% (8 osób), z I klasą – 8,3% (3 osoby), co było związane z istniejącymi wskazaniami do wykonywania tomografii stożkowych (16). U 19 pacjentów (52,7%) kąt inklinacji siekaczy górnych był większy niż 116 stopni (norma wg Björka to 110 +6), w tej grupie dwóch pacjentów było z II klasą szkieletową, a pozostali – z III klasą (Tab. 1) (17).

incisors (1–9). On the other hand, tilting or retracting the lower incisors reduces the number and severity of recessions on the vestibular side, even in those who lack optimal hygiene and with periodontal inflammation (10).

In the area of the incisors, the alveolar process bone of the maxillary anterior region is thicker than that of the mandibular region, and the inclination angles of the maxillary incisors vary even before orthodontic treatment has started: from classically retrusive upper incisors in patients with Class II subgroup 2 to protrusive incisors as a result of the mechanism of dentoalveolar compensation in most patients with Class III (11, 12).

During orthodontic treatment, the incisor inclination can undergo significant changes/modifications, which is also associated with a change in the position of their roots in the alveolar process, especially in cases of disproportion between the amount of space in the dental arch and the size of teeth. Changing the alignment of the lower incisors can reduce the thickness of the outer plate in the form of dehiscences or fenestrations, and then lead to the root moving out of the alveolar process (9). Literature also has reports on the potential harm of upper incisor retraction movement potentially leading to apical root resorption (13–15). Therefore, when planning orthodontic treatment, it is essential to know the thickness of the alveolar process bone covering the maxillary incisors, both on the vestibular and palatal sides.

## Aim

To determine a correlation between the inclination angle of the upper incisors and the thickness of the vestibular and palatal bone layers near the root apices, regardless of skeletal class.

## Material and methods

Out of 368 CBCT examinations performed between 2016 and 2019, CBCT scans of the first 36 patients, selected in alphabetical order, aged 10–45 years (22 women and 14 men) were selected for the retrospective study. Male patient, age 10 years, had an aggravated anterior bite, WITS 12.6 mm, mandibular asymmetry and a history of respiratory problems. Patients with skeletal Class III in the study group accounted for 69.4% (25 patients), with Class II – 22.2% (8 patients), with Class I – 8.3% (3 patients), which was related to the existing indications to perform cone beam computed tomography (16). In 19 patients (52.7%), the inclination angle of the upper incisors was greater than 116 degrees (the norm according to Björk is 110 +6); in this group, two patients had skeletal Class II, and the rest skeletal Class III (Tab. 1) (17).

All radiographs were taken at the X-ray Laboratory, which is part of a private orthodontic practice in Zabrze, using

**Tabela 1. Statystyka opisowa badanej grupy z podziałem na klasy szkieletowe i inklinację górnego siekacza.**  
**Table 1. Descriptive statistics of the study group with the division according to skeletal classes and upper incisor inclination**

Klasa szkieletowa <i>Skeletal Class</i>	Całość <i>Total</i>	I klasa <i>I Class</i>	II klasa <i>II Class</i>	III klasa <i>III Class</i>	Kobiety <i>/ Women</i>	Mężczyźni <i>/ Men</i>
Inklinacja siekacza <i>Incisor inclination</i>	100% 36 osób / subjects	8,3% 3 osoby / subjects	22,2 % 8 osób / subjects	69,4% 25 osób / subjects	61,1% 22 osoby / subjects	38,9% 14 osób / subjects
Protruzja / <i>Protrusion</i> (ILS/NL > 116)	52,7% 19 pacjentów / patients	0 pacjentów / patients	2 pacjentów / patients	17 pacjentów / patients	30,5 % 11 kobiet / women	22,2% 8 mężczyzn / men
Norma / <i>Norm</i> (ILS /NL =104 - 116)	33,3% 12 pacjentów / patients	5,6% 2 pacjentów / patients	8,3% 3 pacjentów / patients	19,4% 7 pacjentów / patients	22,2% 8 kobiet / women	11,1% 4 mężczyzn / men
Retruzja / <i>Retrusion</i> (ILS/NL <104)	13,9% 5 pacjentów / patients	2,8% 1 pacjentka / patient	8,3% 3 pacjentów / patients	2,8% 1 pacjentka / patient	11,1% 4 kobiety / women	2,8% 1 mężczyzna / man

Wszystkie rentgenogramy zostały wykonane w Pracowni Rentgenowskiej działającej w ramach prywatnej praktyki ortodontycznej w Zabrze tomografem CBCT Carestream CS 9300, wraz z dedykowanym oprogramowaniem. Rentgenogramy zostały zlecone w ramach diagnostyki przed leczeniem ortodontycznym, a nie na potrzeby badań podjętych przez autorów.

Wskazaniami do wykonania tomografii stożkowych były:

- Obecność zębów zatrzymanych.
- Nasilone wady szkieletowe (przodozgryzy, zgryzy otwarte, tyłozgryzy, boczne przemieszczenia żuchwy lub szkieletowe wady dwu- i trój płaszczyznowe).
- Zaburzenia periodontologiczne (cienki fenotyp dziąseł, recesje dziąsłowe).

Do badania kwalifikowano pacjentów, u których wykonano boczny cefalogram głowy oraz badanie tomograficzne CBCT obejmujące co najmniej pole przedniego odcinka wyrostka zębodołowego wraz z podstawą szczęki. Te dwie projekcje przeprowadzono w odstępie czasowym nie dłuższym niż dwa miesiące u danego pacjenta.

Kryteria wykluczenia stanowiły:

- Wcześniejsze leczenie ortodontyczne.
- Choroby przyzębia.
- Brak uzębienia lub pojedynczego zęba w przednim odcinku wyrostka zębodołowego szczęki.
- Zmiany nowotworowe i torbielowate.
- Rozszczepy wargi i podniebienia
- Zęby zatrzymane w odcinku pomiarowym.
- Choroby ogólnoustrojowe mogące wpływać na metabolizm kości.

W celu obliczenia szacunkowej, minimalnej wielkości próby badanej przeprowadzono badanie pilotażowe. Wzięto w nim pod uwagę dziesięciu losowo wybranych pacjentów, którzy spełniali wymienione kryteria. Przy założeniu, że poziom istotności ( $\alpha$ ) wyniósł 0,05, dopuszczalny błąd ( $e$ ) wyniósł 2, a wariancja kąta inklinacji siekacza ( $S_2$ ) wynosiła 49, minimalna wielkość próby równała się 28.

Carestream CS 9300 CBCT tomograph, along with dedicated software. The radiographs were ordered as part of diagnostic tests prior to orthodontic treatment, not for the research undertaken by the authors.

The indications for cone beam computed tomography included:

- Presence of impacted teeth.
- Increased skeletal defects (anterior bites, open bites, posterior bites, lateral displacement of the mandible or skeletal biplane and triplane defects).
- Periodontal disorders (thin gingival phenotype, gingival recessions).

Patients who underwent a lateral head cephalogram and a CBCT scan covering at least the anterior alveolar field, including the maxillary base, were eligible for the study. These two projections were carried out at an interval of no more than two months in a given patient.

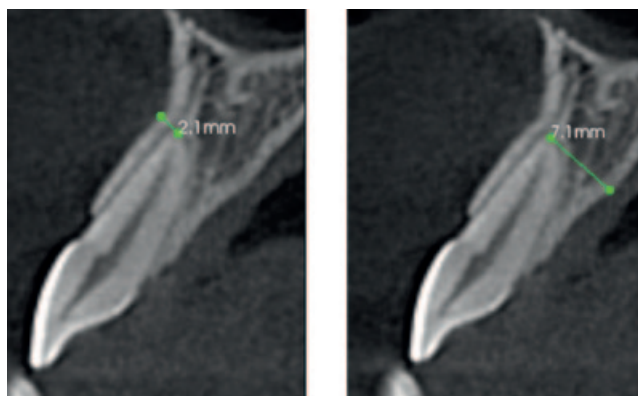
The inclusion criteria were as follows:

- Previous orthodontic treatment.
- Periodontal diseases.
- Lack of dentition or a single tooth in the anterior region of the maxillary alveolar process.
- Cancer and cystic lesions.
- Cleft lip and palate.
- Impacted teeth in the measurement section.
- Systemic diseases that can affect bone metabolism.

A pilot study was conducted to calculate the estimated minimum sample size of the study. It involved ten randomly selected patients who met the listed criteria. Assuming that the significance level ( $\alpha$ ) was 0.05, the acceptable error ( $e$ ) was 2, and the variance of the incisor inclination angle ( $S_2$ ) was 49, the minimum sample size was 28.

During the CBCT maxillary analysis of qualified patients, a visual assessment of the more inclined central incisor was prepared. Dedicated Carestream Dental Imaging Software was used to determine the root apex of the examined tooth on a layer thickness of 2.8 mm. Then, using the "ruler" tool,





**Rycina 1. Przykład wykonania pomiaru najmniejszej odległości wierzchołka zęba siecznego do powierzchni zewnętrznej blaszki zbitej przedsionkowej i podniebiennej.**

**Figure 1. An example of the measurement of the least distance from the incisor apex to the external vestibular and palatal surface of lamina dura.**

W trakcie analizy CBCT szczęki zakwalifikowanych pacjentów wykonano ocenę wizualną bardziej wychylonego siekacza centralnego. W dedykowanym oprogramowaniu Carestream (Carestream Dental Imaging Software), na grubości warstwy 2,8 mm wyznaczano wierzchołek korzenia badanego zęba. Następnie, z wykorzystaniem narzędzia „linijka”, przeprowadzono pomiary najmniejszej jego odległości od powierzchni zewnętrznej blaszki zbitej przedsionkowej i podniebiennej (Ryc. 1).

Na cefalogramach wykonano pomiar kąta inklinacji najbardziej doprzędno ustawionego siekacza według analizy Björka, przeprowadzonej w programie Dolphin Imaging® (17).

Pomiary były wykonywane dwukrotnie, przez dwóch badaczy, w miesięcznym odstępie czasowym. Z otrzymanych wyników obliczono średnie arytmetyczne. W celu wyeliminowania błędów pomiarów wyliczono odchylenia standardowe. Największe odchylenie standardowe między pojedynczym badaczem wynosiło 0,25, a między dwoma badaczami – 0,45.

### Analiza statystyczna

Wszystkie obliczenia statystyczne zostały wykonane przy użyciu TIBCO Software Inc. (2017). Statistica® (Data Analysis Software System), version 13.3. oraz arkusza kalkulacyjnego Excel 2010. Zmienne typu ilościowego zostały scharakteryzowane za pomocą statystyki opisowej. Do sprawdzenia, czy badana cecha dla każdej grupy pochodzi z rozkładu normalnego, użyto testu Shapiro-Wilka. Do oceny siły współzależności zmiennych (kąta inklinacji siekacza oraz grubości tkanki kostnej przy wierzchołku od przedsionka lub podniebienia) zastosowano współczynniki korelacji Pearsona i Spearmana. Dla wszystkich testów jako graniczny poziom istotności przyjęto 0,05 (p value).

### Wyniki

Najmniejszą zanotowaną wartością kąta inklinacji siekacza (ILS/NL) było 90,1 stopnia, a największą – 131,2 stopnia. Średni kąt inklinacji siekacza wyniósł 114,26 (Tab. 2).

measurements were taken of its shortest distance from the outer surface of the vestibular and palatal external compact plate (Fig. 1).

The cephalograms were used to measure the inclination angle of the most anteriorly positioned incisor according to the Björk's analysis with Dolphin Imaging® software (17).

Measurements were taken twice, by two researchers, at a monthly interval. Arithmetic means were calculated from the results obtained. Standard deviations were calculated to eliminate measurement errors. The largest standard deviation between a single researcher was 0.25, and between two researchers was 0.45.

### Statistical analysis

All statistical calculations were performed using TIBCO Software Inc. (2017), Statistica® (Data Analysis Software System), version 13.3. and Excel 2010 spreadsheet. The quantitative variables were characterised using descriptive statistics. The Shapiro-Wilk test was used to check whether the study parameter for each group had a normal distribution. Pearson's and Spearman's correlation coefficients were used to assess the strength of the interdependence of the variables (incisor inclination angle and bone tissue thickness at the apex from the vestibular or palatal side). For all tests, 0.05 (p value) was used as the cut-off level of significance.

### Results

The smallest recorded value of incisor inclination angle (ILS/NL) was 90.1 degrees, and the largest was 131.2 degrees. The average incisor inclination angle was 114.26 (Tab. 2).

The average incisor inclination angle, average bone thickness from the vestibular side, and average bone thickness from the palatal side were compared separately in two groups – women and men. These results were not statistically significantly different in the above groups. Graphs show the results of the measurements (Fig. 2, 3, 4). The Spearman's correlation coefficient (no normal distribution) was

**Tabela 2. Statystyka opisowa wykonanych pomiarów. K-Kobiety M-Mężczyźni**  
**Table 2. Descriptive statistics of performed measurements. W-Women M-Men**

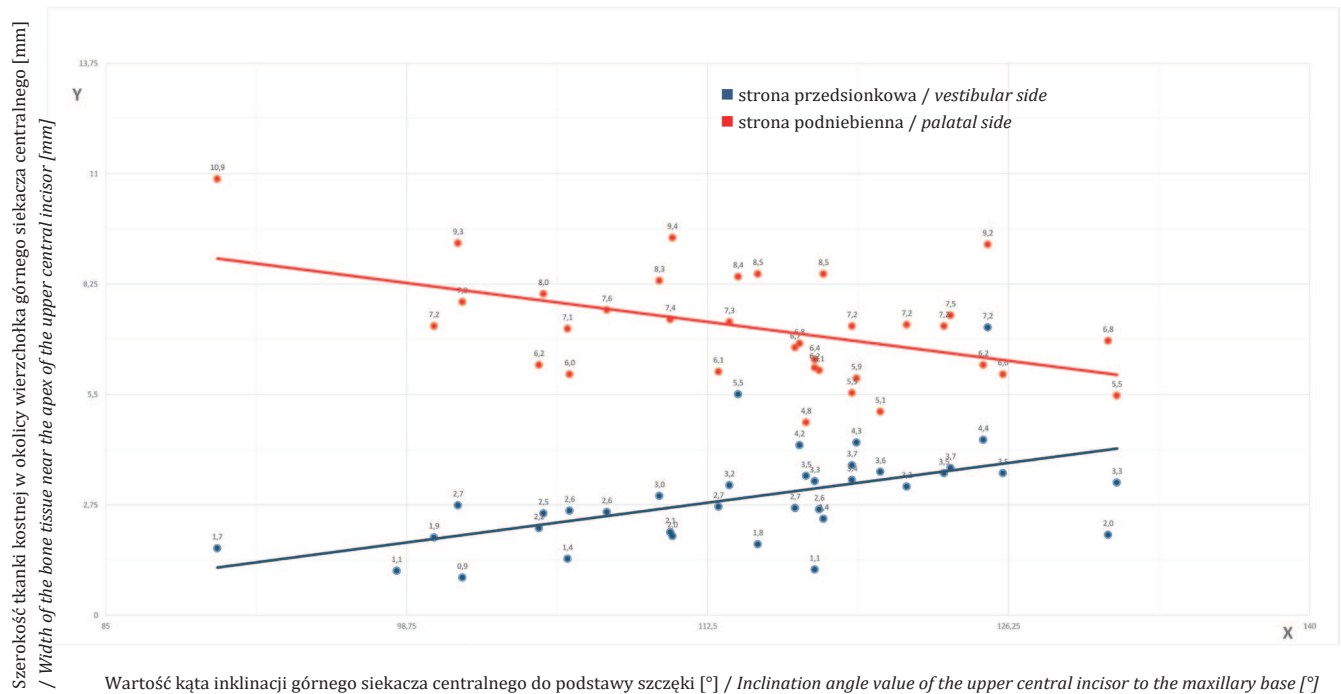
Parametr / Parameter	K+M (W+M)	K (W)	M (M)	p value
Średni kąt inklinacji siekacza / Average incisor inclination angle	114,256	113,200	115,914	0,424
Odchylenie standardowe kąta inklinacji siekacza / Standard deviation of incisor inclination angle	7,494	7,118	7,753	
Mediana kąta inklinacji siekacza / Median incisor inclination angle	116,600	114,350	118,250	
Min. kąt inklinacji siekacza / Min. incisor inclination angle	90,100	98,300	90,100	
Max. kąt inklinacji siekacza / Max. incisor inclination angle	131,200	130,800	131,200	
Średnia grubość tkanki kostnej od przedsionka / Average bone thickness from the vestibular side	2,929	2,695	3,295	0,195
Odchylenie standardowe grubości tkanki kostnej od przedsionka / Standard deviation of the bone thickness from the vestibular side	0,927	0,804	0,981	
Mediana grubości tkanki kostnej od przedsionka / Median bone thickness from the vestibular side	2,717	2,65	3,250	
Min. grubość tkanki kostnej od przedsionka / Min. bone thickness from the vestibular side	0,900	0,900	1,100	
Max. grubość tkanki kostnej od podniebienia / Max. bone thickness from the palatal side	7,200	5,500	7,200	
Średnia grubość tkanki kostnej od podniebienia / Average bone thickness from the palatal side	7,182	7,080	7,343	0,582
Odchylenie standardowe grubości tkanki kostnej od podniebienia / Standard deviation of the bone thickness from the palatal side	1,043	1,089	0,973	
Mediana grubości tkanki kostnej od podniebienia / Median bone thickness from the palatal side	7,200	6,983	7,217	
Min. grubość tkanki kostnej od podniebienia / Min. bone thickness from the palatal side	4,800	4,800	5,500	
Max. grubość tkanki kostnej od podniebienia / Max. bone thickness from the palatal side	10,900	9,400	10,900	

**Tabela 3. Korelacje między kątem inklinacji górnego zęba siecznego przyśrodkowego a grubością tkanki kostnej od przedsionka i podniebienia. K-Kobiety M-Mężczyźni**

**Table 3. Correlations between the inclination angle of maxillary central incisor and vestibular/palatal alveolar bone thickness. W-Women; M-Men**

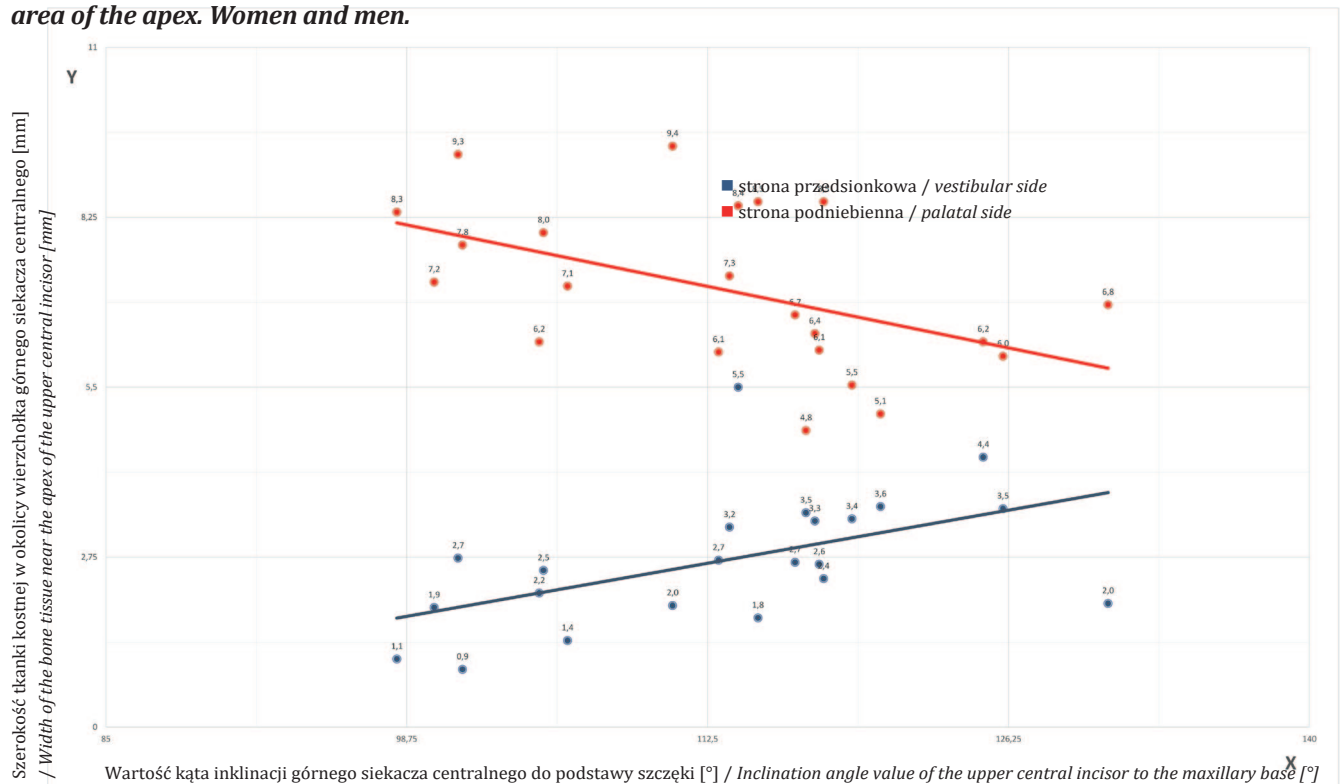
Parametr / Parameter	W + M	p value	W	p value	M	p value
Korelacja: kąt inklinacji siekacza – grubość tkanki kostnej od przedsionka / Correlation: incisor inclination angle - bone thickness from the vestibular side	0,634	<0,001*	0,526	0,012*	0,538	0,047*
Korelacja: kąt inklinacji siekacza – grubość tkanki kostnej od podniebienia / Correlation: incisor inclination angle - bone thickness from the palatal side	-0,497	0,002*	-0,493	0,020*	-0,557	0,039*

Analysis of the morphology of the maxillary alveolar process in relation to the upper incisor ...



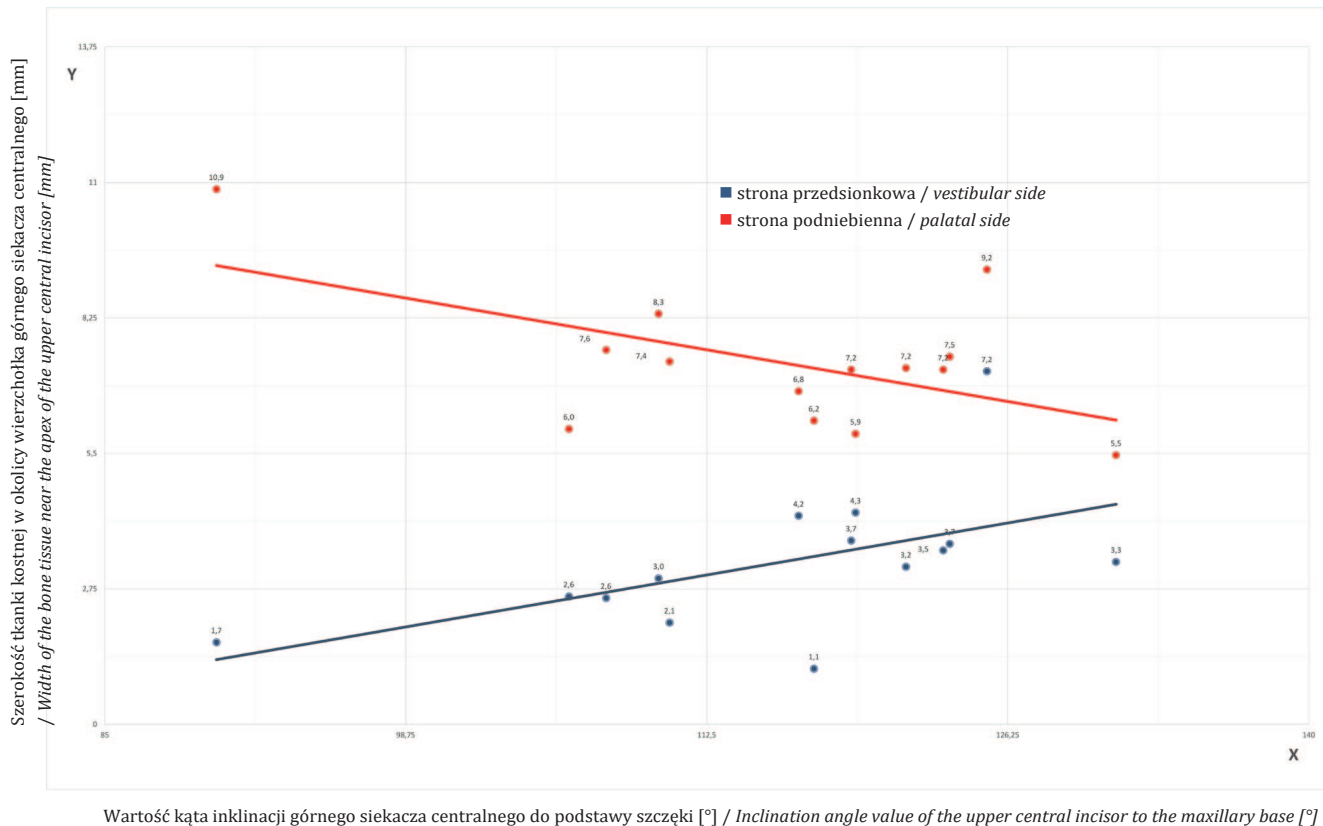
Rycina 2. Zależność szerokości tkanki kostnej w okolicy wierzchołka korzenia od kąta inklinacji górnego siekacza centralnego. Kobiety i Mężczyźni.

Figure 2. The relationship of upper central incisor inclination angle and the alveolar process bone thickness in the area of the apex. Women and men.



Rycina 3. Zależność szerokości tkanki kostnej w okolicy wierzchołka korzenia od kąta inklinacji górnego siekacza centralnego. Kobiety.

Figure 3. The relationship of upper central incisor inclination angle and the alveolar process bone thickness in the area of the apex. Women.



**Rycina 4. Zależność szerokości tkanki kostnej w okolicy wierzchołka korzenia od kąta inklinacji górnego siekacza centralnego. Mężczyźni.**

**Figure 4. The relationship of the upper central incisor inclination angle and the alveolar process bone thickness in the area of the apex. Men.**

Porównano średni kąt inklinacji siekacza, średnią grubość tkanki kostnej od przedsionka oraz średnią grubość tkanki kostnej od podniebienia w dwóch grupach – osobno u kobiet i u mężczyzn. Wyniki te nie różniły się istotnie statystycznie w powyższych grupach. Wyniki pomiarów przedstawiono na wykresach (Ryc. 2, 3, 4). W grupie kobiet i mężczyzn po stronie przedsionkowej współczynnik korelacji Spearmana (brak rozkładu normalnego) wyniósł 0,634 przy poziomie istotności  $p < 0,001$  (Tab. 3). W związku z rozkładem normalnym po stronie podniebiennej użyto współczynnika korelacji Pearsona, który wyniósł -0,497, przy poziomie istotności  $p = 0,002$ . Może to świadczyć o tym, że wyższe wartości kąta inklinacji centralnego siekacza wiążą się z większą szerokością tkanki kostnej w okolicy wierzchołka korzenia po stronie przedsionkowej, a mniejszą po stronie podniebiennej.

Podobne wartości korelacji uzyskano w grupach osobno u kobiet i u mężczyzn: u kobiet od strony przedsionka i podniebienia odpowiednio 0,526 i -0,493, natomiast u mężczyzn 0,538 i -0,557. Powyższe wyniki były istotne statystycznie.

0.634 at the significance level of  $p < 0.001$  on the vestibular side in men and women (Tab. 3). Due to the normal distribution on the palatal side, Pearson's correlation coefficient was used, which was -0.497, at the significance level of  $p = 0.002$ . This may indicate that higher values of the central incisor inclination angle are associated with a greater width of bone tissue near the root apex on the vestibular side and less on the palatal side.

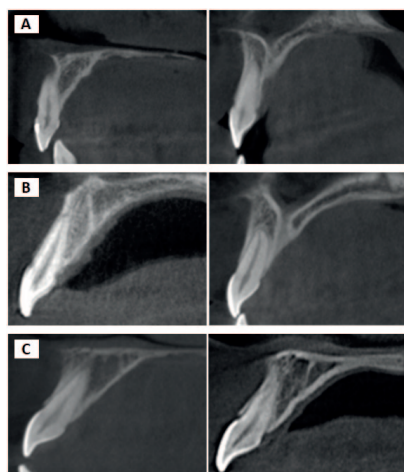
Similar correlation values were obtained in the groups separately in women and men: in women on the vestibular and palatal sides, 0.526 and -0.493, respectively, while in men 0.538 and -0.557. The results presented above were statistically significant.

## Discussion

The amount of information on the position of the upper incisors and their position in the alveolar bone continues to increase in the literature (1, 11, 13–15, 18–27).

In 2012, the thickness of the alveolar process around the upper and lower incisors was compared in patients with





Rycina 5. Przykłady położenia zęba siecznego centralnego w kości wyrostka zębodołowego: A - retruzja, B - norma, C - protruzja.

Figure 5. Examples of the position of the upper central incisor in the alveolar process: A- retrusion, B- normal position, C- protrusion.

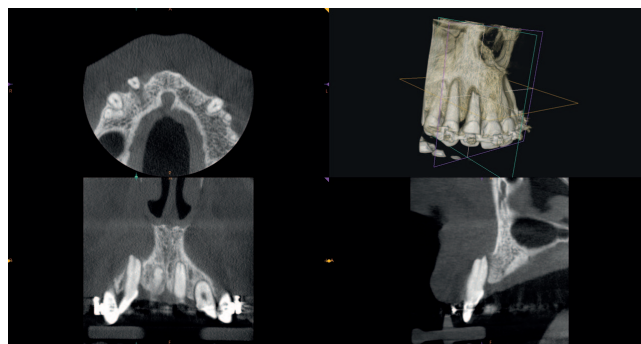
## Dyskusja

W literaturze wciąż wzrasta ilość informacji na temat położenia siekaczy górnych i ich pozycji w kości wyrostka zębodołowego (1, 11, 13–15, 18–27).

W 2012 roku porównano grubość wyrostka zębodołowego w okolicy zębów siecznych górnych i dolnych u pacjentów z I i III klasą szkieletową leczoną chirurgicznie (19). Grupa z normą szkieletową cechowała się grubszą całkowitą kością w rejonie wierzchołków korzeni. Wyjątek stanowiła blaszka przedsionkowa w okolicy siekaczy szczęki u pacjentów III-klasowych, u których kość od przedsionka była grubsza u pacjentów z III klasą niż u tych z I klasą.

W prezentowanym materiale protruzyjnie ustawione górne siekacze, występujące u 19 pacjentów (17 z III klasą i 2 z II klasą szkieletową), miały grubsze pokrycie kostne od strony przedsionkowej wyrostka zębodołowego szczęki (średnia grubość 3,453 mm) niż ustawione retruzyjnie występujące u 5 pacjentów (1 z I klasą, 3 z II klasą i 1 z III klasą), ze średnią grubością wynoszącą 1,857 mm (Ryc. 5). Zatem nasze dane zgadzają się z wynikami badania opublikowanego w 2014 roku, które udowodniło, że grubość blaszki podniebiennej jest ujemnie skorelowana ze wzrostem wychylenia siekaczy (27).

Nasze rezultaty są podobne do wyników pracy z 2019 roku, w której oceniano różnicę w obszarze kości wyrostka zębodołowego siekaczy szczęki między dorosłymi pacjentami ze szkieletową klasą II i III oraz wysokim kątem podstaw szczękowych (22). W badaniu tym również stwierdzono, że po stronie wargowej obszar kości wyrostka zębodołowego był znacznie grubszy u pacjentów z III klasą szkieletową mających zazwyczaj protruzyjnie ustawione siekacze (12).



Rycina 6. Przykład resorpcji korzenia podczas do-przedsionkowej torkowania zęba siecznego bocz-nego w szczęce.

Figure 5. Example of the root resorption during vesti-bular torque of the maxillary lateral incisor.

skeletal Class I and III treated surgically (19). The skeletal norm group was characterised by thicker total bone in the root apex region. The exception was the vestibular plate in the maxillary incisor region in Class III patients, where the bone from the vestibular side was thicker in Class III patients than in those with Class I.

In the material presented here, the protruzyjnie positioned upper incisors found in 19 patients (17 with Class III and 2 with Class II) had a thicker bone coverage on the vestibular side of the maxillary alveolar process (average thickness of 3.453 mm) than the retruzyjnie positioned ones found in 5 patients (1 with Class I, 3 with Class II and 1 with Class III), with an average thickness of 1.857 mm (Fig. 5). Therefore, our data comply with the results of a study published in 2014, which proved that palatal plate thickness is negatively correlated with increased incisor inclination (27).

Our results are similar to those of a 2019 paper that evaluated the difference in alveolar bone area of maxillary incisors between adult patients with skeletal Class II and III and high angle of maxillary bases (22). This study also found that on the labial side, the alveolar process bone area was significantly thicker in skeletal Class III patients having usually protruzyjnie positioned incisors (12).

Another 2019 analysis comparing bone thickness across all skeletal classes also found a positive correlation between increasing the inclination angle and bone thickness in the region of the apices of the upper central incisors in skeletal Class III (20). Both papers are consistent with the material presented.

Kolejna analiza z 2019 roku, porównująca grubość kości we wszystkich klasach szkieletowych, także wykazała pozytywną korelację między wzrostem kąta inklinacji a grubością kości w rejonie wierzchołków górnych siekaczy centralnych w III klasie szkieletowej (20). Obie prace są spójne z prezentowanymi materiałem.

Nasze ustalenia są również zgodne z pracą z 2020 roku, która wykazała, że średnia grubość kości wyrostka zębodołowego siekaczy górnych jest cieńsza od strony przedsionkowej niż od strony podniebiennej (23).

Wnioski z tych artykułów dotyczyły grubości kości zależnej od klas szkieletowych, natomiast żadne z cytowanych badań nie wzięło pod uwagę anatomicznych różnic związanych z różnymi kątami inklinacji siekaczy. Natomiast nasze badanie wykazało, że wraz ze wzrostem kąta inklinacji zwiększa się grubość kości wyrostka zębodołowego od strony przedsionkowej, a zmniejsza od podniebiennej, niezależnie od klasy szkieletowej. Zatem kąt inklinacji zębów siecznych powinien być uwzględniany w badaniach dotyczących grubości kości pokrywającej ich korzenie.

Nasze wyniki są również spójne z opublikowanymi w 2011, 2017 i 2021 roku informacjami o potencjalnej szkodliwości ruchu retrakcji siekaczy górnych prowadzącego do resorpcji korzeni (13, 14, 15). Korespondują także z obserwacjami z 2021 roku na temat zmniejszenia wysokości i grubości kości wyrostka zębodołowego od strony przedsionkowej siekaczy górnych i dolnych po retrakcji przednich zębów (15). Dzieje się tak prawdopodobnie w sytuacji, w której zmniejsza się inklinacja siekacza, wierzchołek korzenia zęba przechyłanego wychyli się doprzednio, a nawet dotknie lub przebije blaszkę przedsionkową kości wyrostka zębodołowego. Z naszego doświadczenia klinicznego wynika, że taka sytuacja może się zdarzyć w przypadku torkowania doprzednio korzenia siekacza górnego (Ryc. 6).

Wyniki naszego badania są istotne z klinicznego punktu widzenia leczenia ortodontycznego, ponieważ informacja wypływająca z naszego badania o tym, że protruzyjnie ustawione siekacze górne mają grubsze pokrycie kostne od strony przedsionka, ma istotne znaczenie w przypadkach kompensacyjnego leczenia III-klasowych pacjentów, polegającego na ich wychylaniu. W przeanalizowanej grupie pacjentów, w zakresie kąta inklinacji siekacza górnego (ILS/NL) od 90 do 131 stopni, równomierne pokrycie kostne w okolicy wierzchołków korzeni siekaczy od strony przedsionkowej i podniebiennej występowało przy wartościach kątów inklinacji siekaczy powyżej 113 stopni, czyli zębów wychylonych w stosunku do normy wg Björka (17). Z kolei cofanie siekaczy górnych do idealnego kąta 110 stopni wg Björka, wykonywane w czasie leczenia przedoperacyjnego III-klasowych pacjentów, może prawdopodobnie prowadzić do ścieńczenia blaszki przedsionkowej, a nawet resorpcji korzeni siekaczy.

Autorzy tego badania pilotażowego są świadomi ograniczeń interpretacji przytoczonych wyników, związanej z niewielką liczebnie grupą badawczą, jak również są

Our findings are also consistent with a 2020 paper, which showed that the average alveolar process bone thickness of the upper incisors is thinner on the vestibular side than on the palatal side (23).

The conclusions of these articles addressed skeletal class-dependent bone thickness, while none of the cited studies considered the anatomical differences associated with different incisor inclination angles. In contrast, our study showed that as the inclination angle increases, the alveolar process bone thickness increases on the vestibular side and decreases on the palatal side, regardless of the skeletal class. Thus, the incisor inclination angle should be considered in studies on the thickness of the bone covering their roots.

Our results are also consistent with information published in 2011, 2017, and 2021 about the potential harm of upper incisor retraction movement leading to root resorption (13, 14, 15). They also correspond with observations from 2021 about a reduction in the height and thickness of the alveolar process bone on the vestibular side of the upper and lower incisors after retraction of the anterior teeth (15). This probably happens when the incisor inclination decreases, the root apex of the inclined tooth tilts towards the vestibule, and even touches or pierces the vestibular plate of the alveolar process bone. In our clinical experience, such a situation can occur in the case of vestibular torquing of the upper incisor root (Fig. 6).

The results of our study are clinically relevant to orthodontic treatment because the information emerging from our study that protrusively positioned upper incisors have a thicker bone coverage on the vestibular side is vital in cases of compensatory treatment of patients with Class III, including inclination of these teeth. In the analysed group of patients, regarding the range of upper incisor inclination angle (ILS/NL) from 90 to 131 degrees, uniform bone coverage in the region of the incisor root apices on the vestibular and palatal sides occurred at values of incisor inclination angles above 113 degrees, i.e. teeth inclined in relation to the norm according to Björk (17). In contrast, retraction of the upper incisors to the ideal angle of 110 degrees according to Björk, performed during preoperative treatment of Class III patients, can probably lead to thinning of the vestibular plate and even resorption of the incisor roots.

The authors of this pilot study are aware of the limitations of interpreting the cited results, related to the small size of the study group, and also believe that the results should be tested on a more extensive group.

## Conclusions

Higher values of the angle of central upper incisor inclination are associated with a greater width of bone tissue near the root apex on the vestibular side and less on the palatal side.

The incisor inclination angle should be considered in studies on the thickness of the bone covering their roots.

*Analysis of the morphology of the maxillary alveolar process in relation to the upper incisor ...*

przekonani do tego, że wyniki należy sprawdzić na bardziej rozległej grupie.

**Wnioski**

Wyższe wartości kąta inklinacji centralnego siekacza górnego wiążą się z większą szerokością tkanki kostnej w okolicy wierzchołka korzenia po stronie przedsionkowej oraz mniejszą po stronie podniebiennej.

Kąt inklinacji zębów siecznych powinien być uwzględniany w badaniach dotyczących grubości kości pokrywającej ich korzenie.

**Znaczenie kliniczne**

Im bardziej protruzyjnie ustawione są siekacze górne, tym mają grubszą warstwę kości od strony przedsionka i cieńszą od strony podniebienia w okolicy wierzchołka korzenia.

W związku z powyższym istnieje prawdopodobieństwo, że przechylenie i doprzedSIONKOWE torkowanie siekaczy górnych może prowadzić do zmniejszania grubości blaszki przedsionkowej, dlatego powinno być wykonywane z dużą ostrożnością, pod okresową kontrolą CBCT.

**Clinical significance**

The more protrusive position of the upper incisors, the thicker bone layer on the vestibular side and a thinner one on the palatal side near the root apex.

Given the above, it is likely that inclination and vestibular torquing of the upper incisors may lead to a decrease in the thickness of the vestibular plate, and should therefore be performed with great care, under periodic CBCT guidance.

**Piśmiennictwo / References**

- Guo R, Zhang L, Hu M, Huang Y, Li W. Alveolar bone changes in maxillary and mandibular anterior teeth during orthodontic treatment: A systematic review and meta-analysis. *Orthod Craniofac Res* 2021; 24: 165-79.
- Joss-Vassalli I, Grebenstein C, Topouzelis N, Sculean A, Katsaros C. Orthodontic therapy and gingival recession: a systematic review. *Orthod Craniofac Res* 2010; 13: 127-41.
- Steiner GG, Pearson JK, Ainamo J. Changes of the marginal periodontium as a result of labial tooth movement in monkeys. *J Periodontol* 1981; 52: 314-20.
- Melsen B, Allais D. Factors of importance for the development of dehiscences during labial movement of mandibular incisors: a retrospective study of adult orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005; 127: 552-61.
- Yared KFG, Zenobio EG, Pacheco W. Periodontal status of mandibular central incisors after orthodontic proclination in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 130: 6-8.
- Djeu G, Hayes C, Zawaideh S. Correlation between mandibular central incisor proclination and gingival recession during fixed appliance therapy. *Angle Orthod* 2002; 72: 238-45.
- Allais D, Melsen B. Does labial movement of lower incisors influence the level of the gingival margin? A case-control study of adult orthodontic patients. *Eur J Orthod* 2003; 25: 343-52.
- Garlock DT, Buschang PH, Araujo EA, Behrents RG, Kim KB. Evaluation of marginal alveolar bone in the anterior mandible with pretreatment and posttreatment computed tomography in nonextraction patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2016; 149: 192-201.
- Srebrzyńska-Witek A, Koszowski R, Różyło-Kalinowska I. Relationship between anterior mandibular bone thickness and the angulation of incisors and canines-a CBCT study. *Clin Oral Invest* 2018; 22: 1567-78.
- Ngan PW, Burch JG, Wei SH. Grafted and ungrafted labial gingival recession in pediatric orthodontic patients: effects of retraction and inflammation. *Quintessence Int* 1991; 22: 103-11.
- Renaud L, Gandhi V, West C, Gudhimella S, Janakiraman N. Comparison of anterior maxillary and mandibular alveolar parameters in African American and Caucasian women: A retrospective pilot study. *Imaging Sci Dent* 2021; 51: 175-85.
- Guyer EC, Ellis EE, Mc Namara JA Jr, Behrents R. Components of Class III malocclusion in juvenile and adolescents. *Angle Orthod* 1986; 56: 7-30.
- Martens, Décio Rodrigues, Tibola Douglas, Janson Guilherme, Torres Maria, Fábio Rogério. Effects of intrusion combined with anterior retraction on apical root resorption. *Eur J Orthod* 2011; 34: 170-5.
- Sérgio Estelita Barros, Guilherme Janson, Kelly Chiqueto, Vitor Oliveira Baldo, Taiana Oliveira Baldo. Root resorption of maxillary incisors retracted with and without skeletal anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2017; 151: 397-406.
- Sun Q, Lu W, Zhang Y, Peng L, Chen S, Han B. Morphological changes of the anterior alveolar bone due to retraction of anterior teeth: a retrospective study. *Head Face Med* 2021; 16: 17-30.
- Kapila SD, Nervina JM. CBCT in orthodontics: assessment of treatment outcomes and indications for its use. *Dentomaxillofac Radiol* 2015; 44: 20140282.

17. Björk A, Skieler V. Normal and abnormal growth of mandible: a synthesis of longitudinal Cephalometric implant studies over a period of 25 years. *Eur J Orthod* 1983; 5: 1-46.
18. Coşkun İ, Kaya B. Appraisal of the relationship between tooth inclination, dehiscence, fenestration, and sagittal skeletal pattern with cone beam computed tomography. *Angle Orthod* 2019; 89: 544-51.
19. Kook YA, Kim G, Kim Y. Comparison of alveolar bone loss around incisors in normal occlusion samples and surgical skeletal class III patients. *Angle Orthod* 2012; 82: 645-52.
20. Raber A, Kula K, Ghoneima A. Three-dimensional evaluation of labial alveolar bone overlying the maxillary and mandibular incisors in different skeletal classifications of malocclusion. *Int Orthod* 2019; 17: 287-95.
21. Lombardo L, Berveglieri C, Spina R, Siciliani G. Quantitative cone-beam computed tomography evaluation of premaxilla and symphysis in Class I and Class III malocclusions. *Int Orthod* 2016; 14: 143-60.
22. Ma J, Huang J, Jiang JH. Morphological analysis of the alveolar bone of the anterior teeth in severe high-angle skeletal Class II and Class III malocclusions assessed with cone-beam computed tomography. *PLoS One* 2019; 14: e0210461.
23. Porto OCL, Silva BSF, Silva JA, Estrela CRA, Alencar AHG, Bueno MDR, Estrela C. CBCT assessment of bone thickness in maxillary and mandibular teeth: an anatomic study. *J Appl Oral Sci* 2020; 28: e20190148.
24. Wennström JL, Lindhe J, Sinclair F, Thilander B. Some periodontal tissue reactions to orthodontic tooth movement in monkeys. *J Clin Periodontol* 1987; 14: 121-9.
25. Ghasseman M, Nowzari H, Lajolo C, Verdugo F, Pirronti T, D'Addona A. The thickness of facial alveolar bone overlying healthy maxillary anterior teeth. *J Periodontol* 2012; 83: 187-97.
26. Gracco A, Lombardo L, Mancuso G, Gravina V, Siciliani G. Upper Incisor Position and Bony Support in Untreated Patients as Seen on CBCT. *Angle Orthod* 2009; 79: 692-702.
27. Thongudomporn U, Charoemratrote C, Jearapongpakorn S. Changes of anterior maxillary alveolar bone thickness following incisor proclination and extrusion. *Angle Orthod* 2014; 85: 549-54.