

Zmiana nachylenia kłów stałych szczęki w wieku rozwojowym wśród pacjentów poradni ortodontycznej


Change in the inclination of the maxillary permanent canines during developmental age in patients of the orthodontic clinic

Mikołaj Musiał¹  (ORCID ID: 0000-0002-2192-1998)

Stanisław Musiał¹ 

Paulina Musiał¹ 

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

¹ Prywatna praktyka
Private practice

Streszczenie

Monitorowanie inklinacji kłów szczęki podczas ich wyrzynania, w fazie przederupcyjnej, jest integralną częścią pełnej diagnostyki ortodontycznej. **Cel.** Celem pracy było przeanalizowanie fizjologicznego wzorca zmian nachylenia długiej osi kłów stałych szczęki w trakcie ich wyrzynania u pacjentów zgłaszających się do poradni ortodontycznej. **Materiał i metody.** Materiał badawczy stanowiły ortopantomogramy i cefalogramy 360 chłopców i dziewcząt. U wszystkich pacjentów obliczono wiek zębowy według Demirjana, wykonano pomiary zmiany kąta inklinacji długiej osi kłów szczęki w kolejnych grupach wiekowych i oceniono morfologię wad zgryzu pacjentów. **Wyniki.** Badania wykazały, że w trakcie wyrzynania kłów stałych szczęki dochodzi do istotnych zmian inklinacji osi długiej tych zębów w poszczególnych

Abstract

Monitoring of inclination of maxillary cuspids during their pre-eruption is an integral part of the complex orthodontic diagnosis. **Aim.** The aim of this study was to analyze the patterns of physiological changes in inclination of the long axis of permanent maxillary cuspids during their eruption in patients admitted to the orthodontic clinic. **Material and methods.** The research material comprised orthopantomograms and cephalograms of 360 boys and girls. The dental age of patients was calculated according to Demirjian, the measurements of changes in the angle of inclination of the long axis in the maxilla were made in successive age groups and the morphology of malocclusion of patients was assessed. **Results.** The eruption of permanent maxillary cuspids involves significant changes in the long-axis inclination

Adres do korespondencji/*Correspondence address:*

Mikołaj Musiał
NZOZ Peri-Ort, Prywatna praktyka
ul. Warszawska 26, 40-009 Katowice
e-mail: Mikolajmusial1992@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.

Change in the inclination of the maxillary permanent canines during developmental age in patients of...

grupach wiekowych. W trakcie procesu wyrzynania kła stałego szczęki w wieku do 9 lat dochodzi do zwiększania stopnia mezjalizacji długiej osi tego zęba, natomiast w grupie dzieci powyżej 9 lat dochodzi do pionizacji tej osi. Ponadto zauważono istotne różnice średnich wartości inklinacji kłów u pacjentów z I, II, III klasą. W wadach szkieletowych klasy II stopień mezjoinklinacji kłów jest większy niż u pacjentów z I klasą, a w wadach szkieletowych III klasy dominuje pionizacja długiej osi kłów stałych szczęki. **Wnioski.** Znajomość zmian stopnia inklinacji kła stałego szczęki może być przydatna w diagnostyce ortodontycznej ekstopowego wyrzynania się kłów stałych szczęki, ze szczególnym uwzględnieniem podniebiennego zatrzymania tych zębów. (Musiał M, Musiał S, Musiał P. *Zmiana nachylenia kłów stałych szczęki w wieku rozwojowym wśród pacjentów poradni ortodontycznej.* Forum Ortod 2022; 18 (2): 74-88).

Nadesłano: 10.03.2022

Przyjęto do druku: 22.06.2022

<https://doi.org/10.5114/for.2022.118295>

Słowa kluczowe: wady zgryzu, wyrzynanie się zębów, radiografia panoramiczna, kiel

Wstęp

Monitorowanie zmian inklinacji kłów szczęki podczas ich rozwoju w fazie przederupcyjnej powinno być integralną częścią pełnej diagnostyki ortodontycznej. Proces wyrzynania zębów, rozumiany jako zmiana zarówno pozycji, jak i nachylenia tych zębów w czasoprzestrzeni, nie został jednoznacznie i precyzyjnie zdefiniowany.

Wyrzynanie zęba stałego jest procesem trójwymiarowym, a nie tylko jego przemieszczaniem wzdłuż długiej osi. Wyrzynanie zębów stałych obejmuje:

- Okres przederupcyjny, który jest związany z rozwojem korony zęba, z jednoczesnym tworzeniem się kostnego zębodołu. W tym okresie zawiązek pozostaje w położeniu stacjonarnym. Ta faza kończy się w momencie zakończenia procesu formowania struktur korony przy długości korzenia wynoszącej około 2 mm.
- Okres przedfunkcjonalno-erupcyjny, w trakcie którego dochodzi do przemieszczenia się zawiązka zęba z położenia wewnątrzkościowego do pozycji czynnościowego zwarcia. W fazie tej wyróżnia się dodatkowo:
 - ▶ etap wewnątrzkościowy, w którym wydzielnicza czynność narządu szkliwotwórczego ustaje, i tym samym kończy się tworzenie szkliwa. Rozpoczyna się formowanie korzenia zęba stałego w wyniku proliferacji nabłonkowej pochewki korzeniowej Hertwiga i tkanki mezynchymalnej brodawki zębowej i mieszka zębowego;

of these teeth in each age group. The degree of long axis mesialization increases during the eruption of the cuspids before the age of 9 whereas at that specific age, that axis becomes vertical. Furthermore, significant differences in the average values of inclination of cuspid teeth between patients with I, II and III skeletal classes were observed. In case of skeletal class II defects, the degree of mesial inclination of cuspids is greater than in the case of patients with class I, whereas skeletal class III defects are dominated by verticalization of the long axis of maxillary cuspids. **Conclusions.** Knowledge of changes in the degree of inclination of the permanent maxillary cuspids may be useful in the diagnosis of the ectopic orthodontic eruption thereof, with particular emphasis on the palatal stop of these teeth. (Musiał M, Musiał S, Musiał P. *Change in the inclination of the maxillary permanent canines during developmental age in patients of the orthodontic clinic.* Orthod Forum 2022; 18 (2): 74-88).

Received: 10.03.2022

Accepted: 22.06.2022

<https://doi.org/10.5114/for.2022.118295>

Key words: panoramic radiography, malocclusion, cuspid, tooth eruption

Introduction

Monitoring changes in the inclination of maxillary canines during their development in the preeruptive phase should be an integral part of full orthodontic diagnosis. Teeth eruption, understood as a change in both the position and inclination of these teeth in space-time, has not been unambiguously and precisely defined.

Permanent tooth eruption is a three-dimensional process, and not just a movement along the long axis. Permanent tooth eruption includes:

- The preeruptive period, which is associated with crown formation, with the simultaneous formation of dental alveoli. During this period, the tooth bud remains in a stationary position. This phase is completed when the crown structure formation process is finished with a root length of approximately 2 mm.
- The prefunctional eruptive period involves movement of the tooth bud from the intraosseous position to the functional occlusion position. This phase is additionally distinguished by:
 - ▶ the intraosseous phase, in which the secretory activity of the enamel organ ceases, and thus enamel formation ends. The root of a permanent tooth is beginning to form as a result of proliferation of Hertwig's epithelial root sheath and mesenchymal tissue of the dental papilla and follicle;

- ▶ etap nadkostny, w którym na skutek resorpcji korzenia zęba mlecznego i otaczającej go kości oraz formowania tkanek korzenia zęba stałego dochodzi do przemieszczenia się zęba w kierunku jamy ustnej.
- Okres poerupcyjny, zwany także funkcjonalnym, to okres, w trakcie którego ząb zajmuje optymalne położenie zwarciove (1).

Początek mineralizacji stałego kła rozpoczyna się już w 3–4 miesiącu życia, a zakończenie procesu formowania tkanek korzenia zęba przypada na 14–15 rok życia (2). Broadbent w roku 1937 jako pierwszy opisał rolę stałych kłów szczęki w przebiegu procesu rozwojowego okluzji. Według tego autora początek kalcyfikacji korony stałego kła szczęki można zaobserwować już w 4. miesiącu życia. Około pierwszego roku życia rzut pionowy korony zawiązka stałego kła przypada pomiędzy korzenie pierwszego trzonowca mlecznego. Po zakończeniu formowania korony rozpoczyna się formowanie korzenia i wyrzynanie kła. Od tego momentu następuje powolny, ale stały proces wewnątrzkościowego przemieszczania się zawiązka stałego kła ku przodowi i w stronę policzka. To przemieszczenie jest nierozdzielnie związane ze wzrostem i rozwojem środkowej części twarzy. W drugim roku życia pierwotne położenie stałego kła zajmuje zawiązek pierwszego przedtrzonowca (3).

Przeprowadzone długofalowe trójprzestrzenne badania fizjologicznego toru wyrzynania kła na teleroentgenogramach bocznych głowy w projekcji bocznej i przednio-tylnej u dzieci w wieku 5–15 roku życia wykazały, że do pełnego kontaktu z antagonistami kły przemieszczają się w przestrzeni po torze długości 22 mm: 14,48 mm mezjodystalnie, 18,56 mm pionowo i 2,67 mm podniebiennie-przedsionkowo. Spośród wszystkich zębów człowieka najdłuższą i najbardziej zróżnicowaną drogę w trakcie wyrzynania pokonuje kieł (4).

Z badań wynika, że stałe kły szczęki wyrzynają się u dziewcząt w wieku 10,8 lat (od 7,5 do 15,5 roku życia), a u chłopców w wieku 11,6 lat (od 9,5 do 15,5 roku życia) (5).

Kliniczne kryteria oceny pozycji kłów są niewystarczające dla prawidłowej diagnostyki i profilaktyki ortodontycznej. Wczesne rozpoznanie nieprawidłowości w przebiegu procesu wyrzynania stałych kłów powinno bazować na badaniu radiologicznym (6, 7). Podstawową projekcją w diagnostyce procesu wyrzynania zębów są zdjęcia pantomograficzne (8).

W 8. roku życia dochodzi do migracji zawiązków stałych kłów szczęki z położenia podniebiennego wobec wierzchołka jednoimiennego zęba mlecznego do pozycji policzkowej. Dlatego do radiologicznej kontroli wyrzynania kłów szczęki najważniejszy jest wiek między 8 a 11 rokiem życia (4, 9). Analizując trajektorie drogi wyrzynania kła stałego szczęki stwierdzono, że bardzo ważnym kryterium oceny tego procesu jest wiek zębowy pacjenta, a nie wiek metrykalny (10, 11).

W ortodoncji wśród radiologicznych metod oceny wieku rozwojowego zębowego powszechnie używana jest metoda

- ▶ the paraosseous phase, in which the tooth moves towards the oral cavity as a result of root resorption in primary teeth and the surrounding bone and the formation of root tissues of the permanent tooth.
- The posteruptive phase, also known as the functional period, during which the tooth occupies optimal occlusion (1).

Mineralization of the permanent canine begins as early as 3–4 months of age, and tooth root tissue formation is completed at 14–15 years of age (2). In 1937, Broadbent was the first to describe the role of the permanent canines in the maxilla in the development of occlusion. According to this author, the beginning of calcification of the crown of the permanent mandibular canine can be observed as early as 4 months of age. Around the age of one year, the vertical projection of the crown of the canine tooth bud falls between the roots of the first primary molar. Following the crown formation, root formation and eruption of the canine begin. As of this moment, there is a slow but steady process of intraosseous movement of the permanent canine tooth bud forward and towards the cheek. This displacement is inextricably linked with the growth and development of the middle part of the face. In the second year of life, the primary position of the permanent canine is occupied by the first premolar germ (3).

Long-term three-dimensional studies of the physiological path of canine eruption on lateral and antero-posterior teleroentgenograms of the head in children aged 5–15 have shown that until full contact with antagonists, the canines travel 22 mm in space: 14.48 mm mesiodistally, 18.56 mm vertically, and 2.67 mm palatovestibularly. Of all human teeth, the canine travels the longest and most diverse path during the eruption (4).

Research shows that permanent mandibular canines erupt in girls at 10.8 years (7.5 to 15.5 years), and in boys at 11.6 years (9.5 to 15.5 years) (5).

The clinical criteria for the assessment of canine position are insufficient for proper diagnosis and orthodontic prophylaxis. Early diagnosis of abnormalities in the eruption of permanent canines should be based on a radiological examination (6, 7). Panoramic images are the basic projection in the diagnosis of tooth eruption (8).

In the 8th year of life, the maxillary permanent canines migrate from the palatal position towards the apex of the identical deciduous tooth to the buccal position. Therefore, an age between 8 and 11 is the most appropriate for radiological control of maxillary canine eruption (4, 9). Analysis of the trajectories of the eruption pattern of the maxillary canines revealed that a critical evaluation criterion for this process is the patient's dental age, rather than their metric age (10, 11).

The Demirjian method is most often used among the radiological methods in orthodontics for assessing dental

Change in the inclination of the maxillary permanent canines during developmental age in patients of...

Demirjiana (12, 13). W tej metodzie kryterium oceny stadium rozwojowego zęba bazuje na ocenie kształtu i proporcji korzenia w stosunku do korony zęba, co upraszcza obliczenia i minimalizuje wpływ projekcji na rezultat wyznaczanego wieku zębowego pacjenta (14).

Wśród pacjentów leczonych z powodu różnych wad zgryzu obserwuje się wzmożony napływ pacjentów z zaburzeniami wyrzynania kłów stałych szczęki. Wczesne ustalenie ryzyka ektopowego wyrzynania kłów, a szczególnie ich zatrzymanie, wymaga przede wszystkim znajomości fizjologicznego wzorca wyrzynania kłów i wprowadzenia standaryzacji metod rozpoznawania zaburzeń tego procesu w gabinetach stomatologicznych.

Cel

Celem pracy było:

1. Poznanie zmian nachylenia osi długiej stałych kłów szczęki wobec płaszczyzny poziomej podoczodołowej, w zależności od płci i wieku zębowego niezależnie od stanu zgryzu.
2. Ustalenie zależności pomiędzy wadami zębowo-wyrostkowymi i szkieletowymi a nachyleniem osi długiej kłów szczęki.
3. Ustalenie, czy zmiany nachylenia osi długiej kłów stałych szczęki mogą być przydatne do wczesnej diagnostyki ektopowej drogi wyrzynania tych zębów.

Materiał i metody

Materiał badawczy stanowiły ortopantomogramy i telerepentgenogramy głowy w projekcji bocznej pacjentów, którzy zgłosili się do poradni ortodontycznej na konsultacje ortodontyczne w latach 2007–2013, u których przeprowadzono diagnostyczne badanie radiologiczne. Na wykonanie badań retrospektywnych na podstawie zabranej dokumentacji radiologicznej pacjentów uzyskano akceptację Komisji Bioetycznej Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach.

Po wstępnej analizie do badań zakwalifikowano radiogramy osób:

- w wieku metrykalnym od 5 do 16 lat,
- niezależnie od posiadanych wad zębowo-wyrostkowych i szkieletowych,
- u których nie stwierdzono przedwczesnej utraty zębów mlecznych lub stałych,
- nieleczonych wcześniej ortodontycznie.

Z badań wyłączono pacjentów:

- z zatrzymanymi kłami,
- hipodontią siekaczy bocznych szczęki,
- zaburzoną morfologią koron siekaczy bocznych,
- oligodontią i obecnością zębów nadliczbowych,
- u których jakość obrazu rentgenowskiego utrudniała ocenę badanych struktur.

developmental age (12, 13). In it, the criterion for assessing the developmental stage of the tooth is based on the assessment of the shape and proportion of the root in relation to the tooth crown, which simplifies the calculations and minimizes the impact of the projection on the result of the patient's designated dental age (14).

Among patients treated for various malocclusions, there is an increased inflow of people with abnormalities in the eruption of the permanent mandibular canines. Early determination of the risk of ectopic canine eruption, and especially of their retention, requires, above all, knowledge of the physiological pattern of canine eruption and the introduction of standardization of methods for diagnosing such disorders in dental offices.

Aim

The aim of this study was to:

1. Understand the changes in the inclination of the long axis of the permanent mandibular canines in relation to the suborbital horizontal plane, depending on sex and dental age, regardless of the occlusal condition.
2. Determine the relationship between dentoalveolar and skeletal defects and the inclination of the long axis of the maxillary canines.
3. Determine whether changes in the inclination of the long axis of permanent maxillary canines could be useful in the early ectopic diagnosis of the eruption pathway of these teeth.

Material and methods

The research material consisted of orthopantomograms and telerepentgenograms of the head in lateral projection of patients who reported to the orthodontic clinic for orthodontic consultations in 2007–2013, and underwent a diagnostic radiological examination. We obtained the approval of the Bioethics Committee of the Medical University of Silesia in Katowice to perform retrospective examinations on the basis of the collected radiological documentation of patients.

On preliminary examination, we accepted the radiographs of patients:

- at a metrical age from 5 to 16,
- regardless of dentoalveolar and skeletal defects,
- with no premature loss of deciduous or permanent teeth,
- previously untreated orthodontically.

The study excluded patients:

- with retained canines,
- with hypodontia of maxillary lateral incisors,
- with disturbed morphology of lateral incisor crowns,
- with oligodontia and supernumerary teeth,
- in whom the quality of the X-ray image hindered the assessment of the examined structures.

Ogółem do badania zakwalifikowano komplety 360 telerentgenogramów bocznych głowy i 360 ortopantomogramów, w tym 189 dziewcząt i 171 chłopców. Radiogramy wykonano aparatem Orthophos XG 5 z przystawką cefalometryczną (Sirona Dental Systems, Bernsheim, Germany). U wszystkich pacjentów ustalono wiek zębowy. Do oceny wieku zębowego zastosowano metodę Demirijana.

Wszystkie radiogramy (telarentgenogramy boczne głowy i ortopantomogramy) podzielono na dwie grupy – zgodnie z płcią, i na podgrupy – zgodnie z wiekiem zębowym obliczonym wg Demirijana.

Utworzono cztery podgrupy wiekowe dla dziewcząt i chłopców:

- podgrupę 1. do 7,9 lat było łącznie 54 badanych, w tym 34 dziewczynki i 20 chłopców;
- podgrupę 2. od 8,0 do 8,9 lat było łącznie 83 badanych, w tym 37 dziewczynek i 46 chłopców;
- podgrupę 3. od 9,0 do 9,9 lat było łącznie 91 badanych, w tym 42 dziewczynki i 49 chłopców;
- podgrupę 4. powyżej 10 lat było łącznie 132 badanych, w tym 76 dziewczynek i 56 chłopców.

Pomiary kątowe na ortopantomogramach wykonywano przy użyciu programu Kefalo 4.07 firmy BB Servis. Na ortopantomogramach wykreślano:

1. płaszczyznę podoczodołową, którą wyznaczono przez połączenie punktów położonych najniżej na dolnym brzegu prawego i lewego oczodołu;
2. osie długie kłów stałych szczęki;
3. mierzono zewnętrzne kąty nachylenia osi długiej kłów stałych szczęki:
 - górny lewy (UL) – utworzony przez przecięcie osi kła lewego górnego z płaszczyzną podoczodołową,
 - górny prawy (UR) – utworzony przez przecięcie osi kła prawego górnego z płaszczyzną podoczodołową.

Pomiar wartości kątów inklinacji kła stałego szczęki wykonano dwukrotnie w odstępie dwóch tygodni i odnotowano wartość średnią z dwóch pomiarów. Ogółem obliczono wartości kąta inklinacji długiej osi kła dla 720 zębów (Ryc. 1).

Ocena wad zgryzu

Ocenę morfologii wad zgryzu dokonano u wszystkich 360 pacjentów na podstawie zdjęć cefalometrycznych w programie Nemoceph v.20 (Nemotec, Spain).

Do oceny wad zgryzu wykorzystano wybrane pomiary zmiennych kątowych z analizy cefalometrycznej Björka w modyfikacji Williamsa (15).

Wady zgryzu oceniono na podstawie pomiarów następujących zmiennych:

- W płaszczyźnie strzałkowej wartości zmiennej kątowej wzajemnej relacji żuchwy do szczęki SS-N-SM: analizując wartości kąta SS-N-SM, czyli wzajemną relację bazy apikalnej szczęki i żuchwy łącznie u chłopców i dziewcząt, stwierdzono:

In total, sets of 360 telarentgenograms of the lateral head and 360 orthopantomograms were qualified for the study, including those of 189 girls and 171 boys. The radiographs were taken with the Orthophos XG 5 apparatus with a cephalometric attachment (Sirona Dental Systems, Bensheim, Germany). Dental age was determined in all patients, and was assessed by means of the Demirjian approach.

All radiographs (lateral telarentgenograms of the head and orthopantomograms) were divided into two groups - according to gender, and into subgroups - by dental age calculated according to Demirjian.

Four age subgroups for girls and boys were created:

- subgroup 1. there were a total of 54 patients up to 7.9 years of age, including 34 girls and 20 boys;
- subgroup 2. there were a total of 83 patients from 8.0 to 8.9 years, including 37 girls and 46 boys;
- subgroup 3. there were a total of 91 patients from 9.0 to 9.9 years, including 42 girls and 49 boys;
- subgroup 4. there were a total of 132 patients over 10 years of age, including 76 girls and 56 boys.

Angular measurements on orthopantomograms were performed with the Kefalo 4.07 software by BB Servis. The orthopantomograms were used to delineate:

1. the infraorbital plane defined by joining the lowest points on the lower edge of the right and left orbit;
2. long axes of the permanent mandibular canines;
3. The external angles of inclination of the long axis of the permanent mandibular canines were measured:
 - upper left (UL) - formed by the intersection of the axis of the upper left canine with the infraorbital plane,
 - upper right (UR) - formed by the intersection of the axis of the upper right canine with the infraorbital plane.

The values of inclination angles of the permanent mandibular canine were taken twice, with an interval of two weeks, and the mean value of the two measurements was recorded. Overall, the inclination angles of the long axis of the canine were calculated for 720 teeth (Fig. 1).

Assessment of malocclusion

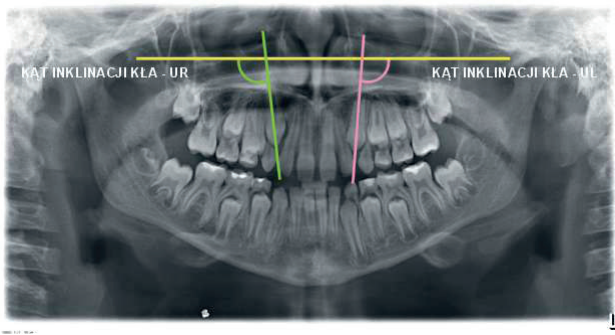
Occlusal morphology was assessed in all 360 patients on the basis of cephalometric images in the NemoCeph v.20 software (Nemotec, Spain).

To assess malocclusion, selected measurements of angular variables from Björk's cephalometric analysis as modified by Williams were used (15).

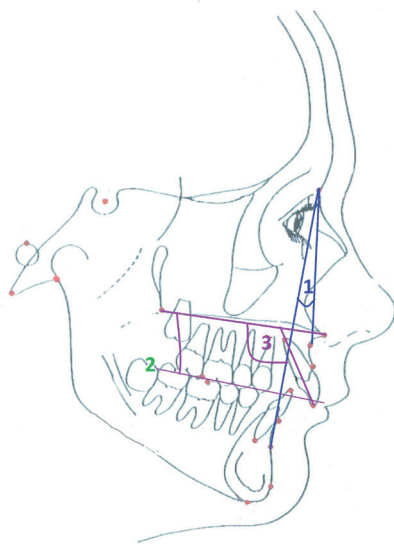
Occlusal abnormalities were assessed on the basis of measurements of the following variables:

- In the sagittal plane, the values of the angular variable of the mutual relation between the mandible and the maxilla SS-N-SM: by analyzing the values of the angle SS-N-SM, i.e., the mutual relation between the apical base of the maxilla and the mandible in boys and girls jointly, we found:

Change in the inclination of the maxillary permanent canines during developmental age in patients of...



Rycina 1. Kąty inklinacji kłów wobec płaszczyzny podoczodołowej (UR - górny prawy i UL - górny lewy).
 Figure 1. Angles of canine inclination to the infraorbital plane (UR - upper right and UL - upper left).



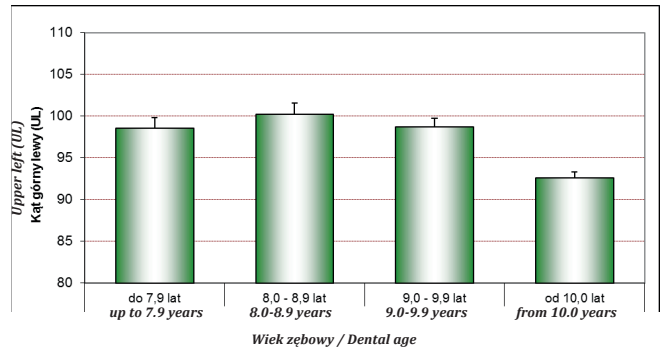
Rycina 2. 1 - SS-N-SM 2 - OLS/ NL 3 - ILS/NL.
 Figure 2. 1 - SS-N-SM 2 - OLS/ NL 3 - ILS/NL.

- I klasę szkieletową (wartości wzorcowa kąta $3 \pm 2^\circ$)
- II klasę szkieletową (wartość kąta $> 5^\circ$)
- III klasę szkieletową badanych (wartość kąta $< 1^\circ$).
- Inklinacji strefy szczęki OLS/ NL.
- Kąta inklinacji siekaczy stałych górnych do podstaw szczęki ILS/NL (Ryc. 2).

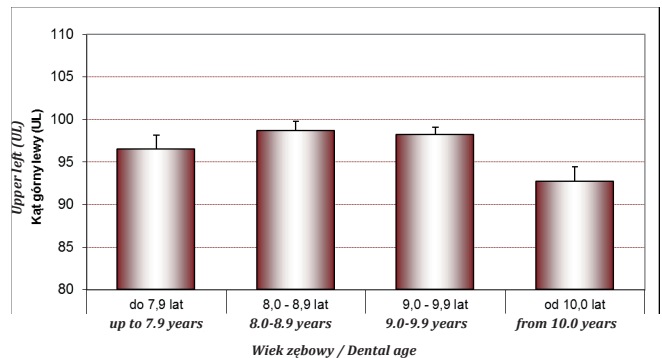
Opis analizy statystycznej

Analizę statystyczną wykonano z użyciem programu Stastica 7.1 (Tibco Inc, Palo Aalto, California, USA) oraz programu Medcalc v.9.5.2.0 (MedCalc Software, Mariakerke, Belgium).

Wyznaczono podstawowe charakterystyki statystyki opisowej badanych parametrów, w tym między innymi: średnią



Rycina 3. Zmiana kąta nachylenia zawiązka kła stałego lewego szczęki w stosunku do płaszczyzny podoczodołowej u dziewcząt w zależności od wieku zębowego.
 Figure 3. Change in the inclination angle of the left maxillary permanent canine germ in relation to the infraorbital plane in girls depending on dental age.



Rycina 4. Zmiana kąta nachylenia zawiązka kła stałego górnego lewego w stosunku do płaszczyzny podoczodołowej u chłopców w zależności od wieku zębowego.
 Figure 4. Change in the inclination angle of the left maxillary permanent canine germ in relation to the infraorbital plane in boys depending on dental age.

- class I skeletal pattern (reference angle value $3 \pm 2^\circ$)
- class II skeletal pattern (angle value $> 5^\circ$)
- class III skeletal pattern (angle value $< 1^\circ$).
- inclination of mandibular plane OLS/ NL.
- inclination angle of the upper permanent incisors to the base of the maxilla ILS/NL (Fig. 2).

Statistical analysis

Statistical analysis was performed by means of Stastica 7.1 (Tibco Inc, Palo Aalto, California, USA) and Medcalc v.9.5.2.0 (MedCalc Software, Mariakerke, Belgium).

The basic descriptive statistics of the examined parameters were determined, including: the mean of the standard deviation, the standard error of the mean (SEM), the lower quartile (25%), the median and the upper quartile (75%).

odchylenia standardowego, błąd standardowy średniej (SEM), kwartył dolny (25%), medianę oraz kwartył górny (75%).

Dla każdego parametru za pomocą testu Shapiro-Wilka dokonano weryfikacji hipotezy o rozkładzie zgodnym z rozkładem normalnym.

W ocenie statystycznej przyjęto standardowy w badaniach medycznych poziom istotności statystycznej $p(\alpha) < 0,05$.

Do porównania wielu różnych grup (powyżej dwóch) pod względem poziomu danego parametru wykorzystano test jednoczynnikowy ANOVA lub test ANOVA Kruskala-Wallisa, a następnie do porównań wewnątrz grupowych stosowano: testy post-hoc NIR (najmniejszej istotnej różnicy) lub test post-hoc oparte na średnich rangach.

Do porównań między dwiema różnymi grupami wykorzystano parametryczny test T Studenta lub nieparametryczny test U Manna-Whitneya.

Do oceny zależności pomiędzy dwiema cechami jakościowymi wykorzystano test niezależności chi-kwadrat (χ^2), uzupełniony w razie potrzeby o poprawkę Yatesa. Do analizy wzajemnych korelacji wykorzystano test korelacji rang Spearmana.

Wyniki

Na podstawie testu Anova stwierdzono, że w grupie dziewcząt i chłopców dochodzi do istotnych statycznie zmian nachylenia osi długiej kła stałego lewego szczęki UL i UR w stosunku do płaszczyzny podoczołowej ($p = 0,01$).

U dziewcząt największą średnią wartość kąta UL $100,22^\circ$ (mezjoinklinacja) odnotowano w podgrupie wiekowej 8,0–8,9, a najmniejszą wartość tego kąta $92,6^\circ$ (pionizacja kła) w podgrupie wiekowej $\geq 10,0$ lat. Początek pionizacji długiej osi kła lewego szczęki stwierdzono w okresie 9,0–9,9 lat (Ryc. 3).

U chłopców największą średnią wartość mezjoinklinacji dla kąta UL ($98,71^\circ$) odnotowano w podgrupie chłopców w wieku 8,0–8,9 lat, a najmniejszą UL ($94,49^\circ$) w podgrupie $\geq 10,0$ lat (Ryc. 4).

Do zwiększenia kąta UL u dziewcząt (mezjoinklinacji) dochodzi w fazie przederupcyjnej w wieku od 7,9 do 8,9 lat, natomiast u chłopców w wieku od 8,0 do 8,9 lat. W następnych podgrupach wiekowych następuje stopniowa pionizacja osi długiej kła. Przełom pionizacji kła ujawnił się w okresie między wiekiem 9,0–9,9 i ≥ 10 lat. Potwierdza to test post-hoc, który wykazał istotne statystycznie zmiany wartości średniej kąta UL pomiędzy podgrupami w wieku 9,0–9,9 lat i ≥ 10 lat ($p = 0,0001$).

Porównanie podgrup wiekowych przy użyciu testu post-hoc wykazało, że istotna zmiana kąta UL w tej grupie następuje między 9,0–9,9 a ≥ 10 rokiem życia. Zmiana średniej wartości kąta przebiegała w podobny sposób w grupie dziewcząt i chłopców.

Największą mezjoinklinację UR (101°) odnotowano w grupie dziewcząt w podgrupie wiekowej 8,0–8,9 lat, a

The hypothesis was verified by means of the Shapiro-Wilk test with a distribution consistent with the normal distribution.

Statistical evaluation adopted the level of statistical significance $p(\alpha) < 0,05$, typical in medical research.

Many different groups (more than two) were compared in terms of the level of a given parameter by means of the one-way ANOVA test or the Kruskal-Wallis ANOVA test, and for intra-group comparisons we used post-hoc NIR (least significant difference) tests or post-hoc test based on mean ranks.

Comparisons between two different groups were made using the parametric Student's T-test or the non-parametric Mann-Whitney U test.

The relationship between the two qualitative features was assessed by the chi-square (χ^2) test of independence, which was supplemented, if necessary, by the Yates correction. Cross-correlations were analyzed by means of Spearman's rank correlation test.

Results

The Anova test revealed that the group of girls and boys exhibited statistically significant changes in the inclination of the long axis of the left permanent mandibular canine UL and UR in relation to the infraorbital plane ($p = 0.01$).

The highest mean UL value of 100.22° (mesialization) was recorded in girls in the 8.0–8.9 age subgroup, and the lowest value of this angle was 92.6° (canine uprighting) in the age subgroup ≥ 10.0 years. The beginning of uprighting in the long axis of the left canine was found in the period of 9.0–9.9 years (Fig. 3).

In boys, the highest mean value of mesialization for the UL angle (98.71°) was recorded in the subgroup of 8.0–8.9 years, and the lowest UL (94.49°) in the subgroup ≥ 10.0 years (Fig. 4).

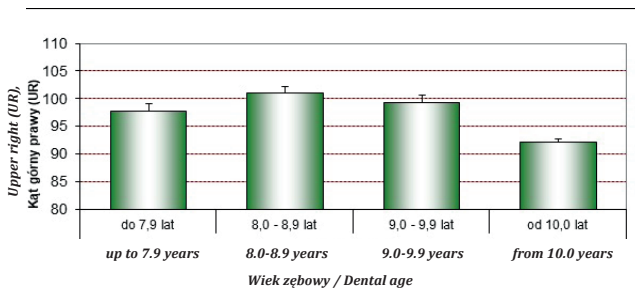
The increase in the UL angle in girls (mesialization) occurs in the preruption phase at the age of 7.9 to 8.9, while in boys at the age of 8.0 to 8.9. In the following age groups, there is a gradual uprighting of the long axis of canine. The breakthrough in canine uprighting was revealed between the ages of 9.0–9.9 and ≥ 10 . This is confirmed by the post-hoc test, which revealed statistically significant changes in the mean UL angle between the subgroups at 9.0–9.9 years and ≥ 10 years ($p = 0.0001$).

Comparison of the age subgroups using the post-hoc test showed a significant change in the UL angle in this group between 9.0–9.9 and ≥ 10 years of age. The change in the mean value of the angle was similar in the group of girls and boys.

The highest UR mesialization (101°) was recorded in the 8.0–8.9 years age subgroup of girls, and the lowest UR value (92.20°), i.e., uprighting, in the ≥ 10.0 years subgroup.

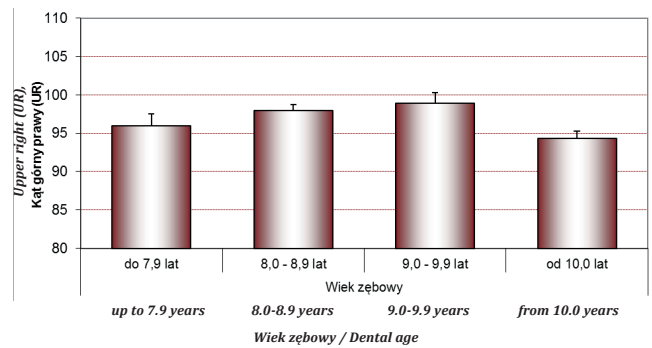
Changes in the mean values of the UR inclination angle in the group of girls were similar to those in the left canine inclination angle UL (Fig. 5).

Change in the inclination of the maxillary permanent canines during developmental age in patients of...



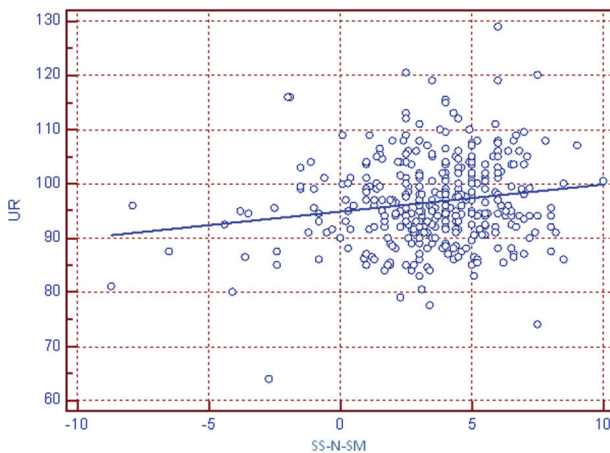
Rycina 5. Zmiana kąta nachylenia zawiązka kła stałego górnego prawego w stosunku do płaszczyzny podoczodołowej u dziewcząt w zależności od wieku zębowego.

Figure 5. Change in the inclination angle of the right maxillary permanent canine germ in relation to the infraorbital plane in girls depending on dental age.



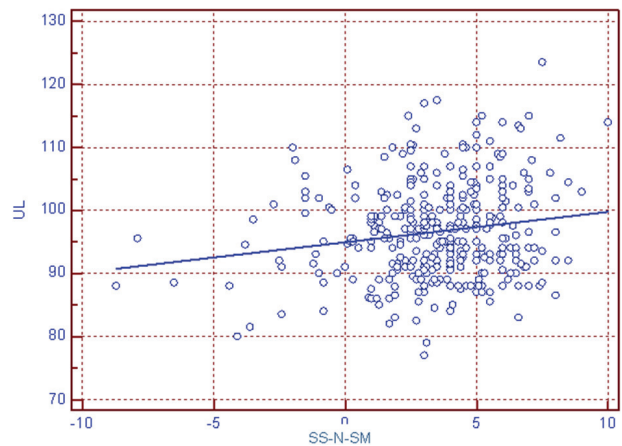
Rycina 6. Zmiana nachylenia zawiązka kła stałego górnego prawego w stosunku do płaszczyzny podoczodołowej u chłopców w zależności od wieku zębowego.

Figure 6. Change in the inclination angle of the right maxillary permanent canine germ in relation to the infraorbital plane in boys depending on dental age.



Rycina 7. Korelacja zmiennej SS-N-SM i kąta inklinacji kła stałego prawego szczęki w stosunku do płaszczyzny podoczodołowej (kąt UR) w grupach chłopców i dziewcząt.

Figure 7. Correlation of the SS-N-SM variable and the inclination angle of the right maxillary permanent canine in relation to the infraorbital plane (UR angle) in the boys and girls groups.



Rycina 8. Korelacja zmiennej SS-N-SM i kąta inklinacji kła stałego lewego szczęki w stosunku do płaszczyzny podoczodołowej (kąt UL) w grupach chłopców i dziewcząt.

Figure 8. Correlation of the SS-N-SM variable and the inclination angle of the left maxillary permanent canine in relation to the infraorbital plane (UR angle) in the boys and girls groups.

najmniejszą wartość UR (92,20°), czyli pionizację, w podgrupie wiekowej $\geq 10,0$ lat.

Zmiany średnich wartości kąta nachylenia UR w grupie dziewcząt przebiegały podobnie jak w przypadku kąta nachylenia kła lewego szczęki UL (Ryc. 5).

Porównanie średnich wartości kąta nachylenia UR w grupie dziewcząt między podgrupami wiekowymi przy użyciu testu post-hoc wykazało, że istotna statystycznie zmiana nachylenia osi długiej kła stałego prawego następuje w wieku 9–10 lat ($p = 0,001$).

Comparison of the mean values of the UR inclination angle in the group of girls between the age subgroups using the post-hoc test showed a statistically significant change in the inclination of the long axis of the right permanent canine at the age of 9–10 ($p = 0.001$).

In boys, the highest mesialization of UR (98.89°) was recorded in the 9.0–9.9 years age subgroup, and the lowest UR (94.36°) in the age subgroup ≥ 10.0 years ($p = 0.011$) (Fig. 6).

U chłopców największą mezjoinklinację UR (98,89°) odnotowano w podgrupie wiekowej 9,0–9,9 lat, a najniższą UR (94,36°) w podgrupie wiekowej $\geq 10,0$ lat ($p = 0,011$) (Ryc. 6).

Test post-hoc potwierdził, że do istotnej statystycznie zmiany średnich wartości kąta UR dochodzi w wieku 9–10,0 lat ($p = 0,0028$).

Porównanie średnich wartości nachylenia kąta UR uzyskanych w podgrupach wiekowych chłopców i dziewcząt nie wykazało istotnych statystycznie różnic. Jedynie w podgrupie wiekowej 8,0–8,9 lat stwierdzono istotny statystycznie mniejszy stopień mezjoinklinacji kłów u chłopców niż u dziewcząt ($p = 0,0424$).

Ocena korelacji między nachyleniem długiej osi kłów stałych szczęki a klasą szkieletową, strefą szczęki, nachyleniem siekaczy stałych szczęki łącznie, w grupie chłopców i dziewcząt

Zwiększenie średniej wartości kąta SS-N-SM koreluje dodatnio ze zwiększeniem wartości kąta nachylenia górnych kłów. W grupie badanych, u których stwierdzono II klasę szkieletową (wartość kąta SS-N-SM $> 5^\circ$), odnotowano większy stopień mezjoinklinacji kła stałego szczęki po stronach prawej i lewej w stosunku do płaszczyzny podoczodołowej, w porównaniu do pacjentów z I klasą szkieletową (wartość kąta SS-N-SM od $\geq 1^\circ$ do $\leq 5^\circ$).

Natomiast u pacjentów z III klasą szkieletową (wartość kąta SS-N-SM $< 1^\circ$) stwierdzono pionizację kłów stałych szczęki po stronach prawej i lewej, w porównaniu z pacjentami z I klasą szkieletową (wartość kąta SS-N-SM od $\geq 1^\circ$ do $\leq 5^\circ$). Wartość korelacji R Spearmana dla kąta UR i

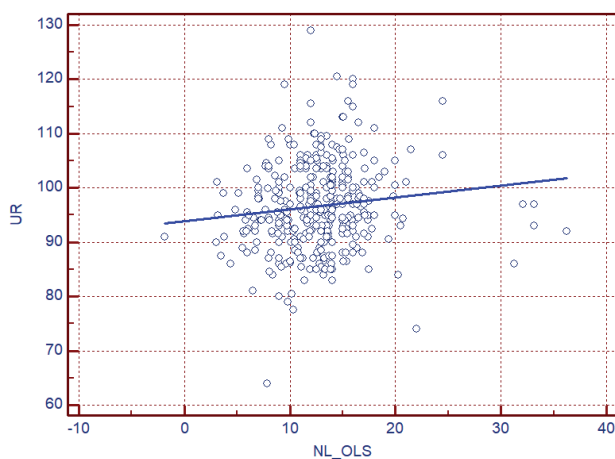
The post-hoc test confirmed a statistically significant change in the mean UR angle values at the age of 9–10.0 ($p = 0.0028$).

Comparison of the mean UR slope values obtained in the age subgroups of boys and girls showed no statistically significant differences. Only the 8.0–8.9-year-old subgroup showed a statistically significantly lower degree of mesialization of canines in boys than in girls ($p = 0.0424$).

Assessment of correlation between the inclination of the long axis of the permanent mandibular canines and the skeletal class, the mandibular zone, and the inclination of the permanent mandibular incisors together, in the boys and girls group

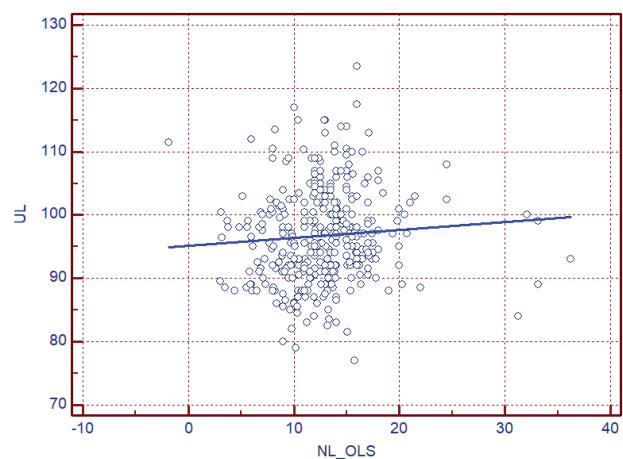
Increasing the mean SS-N-SM angle positively correlates with an increase in the inclination angle of the upper canines. In the group of patients with skeletal class II (SS-N-SM angle $> 5^\circ$), there was a higher degree of mesialization of the permanent canine of the right and left maxilla on the right and left sides in relation to the suborbital plane, compared to patients with skeletal class I (value of the angle SS-N-SM from $\geq 1^\circ$ to $\leq 5^\circ$).

On the other hand, in patients with skeletal class III (SS-N-SM angle $< 1^\circ$), the vertical mandibular canines on the right and left sides were upright, compared to patients with skeletal class I (SS-N-SM angle value from $\geq 1^\circ$ up to $\leq 5^\circ$). The value of Spearman's R correlation for the UR angle and the SS-N-SM variable in the studied sex groups was +0.132 at $p = 0.017$, and for the UL angle and the SS-N-SM variable +0.104 at $p = 0.047$ (Figs. 7, 8).



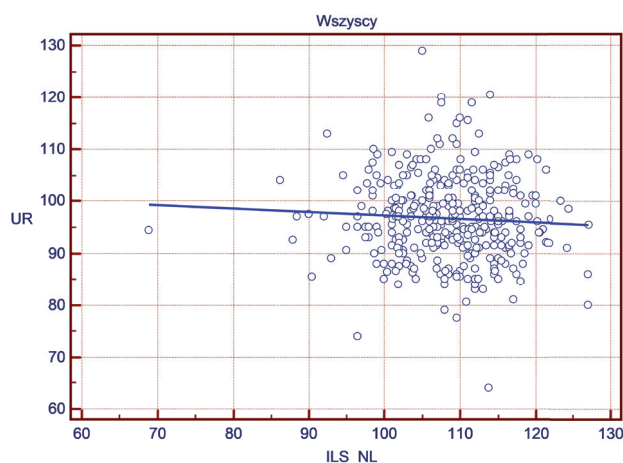
Rycina 9. Korelacja strefy szczęki i kąta inklinacji kłów prawych szczęki w stosunku do płaszczyzny podoczodołowej (kąt UR) w grupach chłopców i dziewcząt.

Figure 9. Correlation of the maxillary zone and the inclination angle of the right maxillary canines in relation to the infraorbital plane (UR angle) in groups of boys and girls.



Rycina 10. Korelacja strefy szczęki i kąta inklinacji kłów lewych szczęki w stosunku do płaszczyzny podoczodołowej (kąt UL) w grupach chłopców i dziewcząt.

Figure 10. Correlation of the maxillary zone and inclination angle of the left maxillary canines in relation to the infraorbital plane (UL angle) in groups of boys and girls.



Rycina 11. Korelacja pozycji siekaczy szczęki i kąta inklinacji kłów prawych szczęki w stosunku do płaszczyzny podoczodołowej (kąt UR) w grupach chłopców i dziewcząt.

Figure 11. Correlation of the position of the maxillary incisors and the inclination angle of the maxillary right canine in relation to the infraorbital plane (UR angle) in the boys and girls groups.

zmiennej SS-N-SM w przebadanych grupach płci wyniosła +0,132 przy $p = 0,017$, a dla kąta UL i zmiennej SS-N-SM +0,104 przy $p = 0,047$ (Ryc. 7, 8).

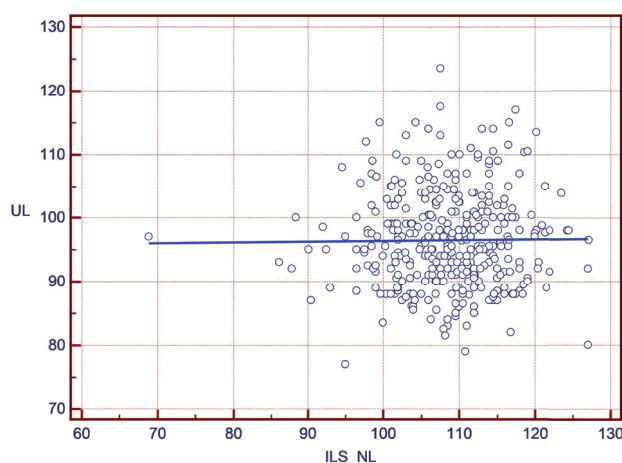
Porównanie zmian średnich wartości kąta inklinacji UR i UL w trzech przedziałach wartości zmiennej SS-N-SM (klasa I, II, III szkieletowa), przeprowadzone przy użyciu jednoczynnikowego testu ANOVA, wykazało, że istnieje istotna statystycznie różnica między średnimi wartościami kąta UL ($p = 0,047$) i nieistotna statystycznie w UR.

Tor wyrzynania kłów stałych szczęki u pacjentów z II klasą szkieletową wskazywał na mezjoinklinację osi kłów stałych szczęki w porównaniu do pacjentów z I klasą szkieletową. Natomiast u pacjentów z III klasą szkieletową odnotowano mniejsze średnie wartości kąta nachylenia osi długiej stałych kłów szczęki, w porównaniu do badanych z I klasą szkieletową. Tor wyrzynania kłów w tej grupie był bardziej spionizowany.

Niezależnie od płci wraz ze zwiększeniem się wysokości strefy szczęki oś nachylenia kła stałego szczęki ulega mezjoinklinacji.

Zwiększenie wartości kąta nachylenia kła stałego szczęki w odniesieniu do płaszczyzny podoczodołowej wskazuje w badanej grupie na mezjoinklinację tych zębów, wraz ze zwiększeniem wysokości części zębowo-wyrostkowej szczęki.

Dla kąta UR i zmiennej OLS/NL współczynnik korelacji R Spearmana wyniósł +0,158 przy $p = 0,002$. Dla kąta UL i zmiennej OLS/NL współczynnik korelacji R Spearmana wyniósł +0,141 przy $p = 0,007$ (Ryc. 9, 10).



Rycina 12. Korelacja pozycji siekaczy szczęki i kąta inklinacji kłów lewych szczęki w stosunku do płaszczyzny podoczodołowej (kąt UL) w grupach chłopców i dziewcząt.

Figure 12. Correlation of the position of the maxillary incisors and the inclination angle of the maxillary left canine in relation to the infraorbital plane (UL angle) in the boys and girls groups.

Comparison of changes in mean values of the inclination angle UR and UL in three ranges of the value of the SS-N-SM variable (skeletal class I, II, III), conducted by means of the one-way ANOVA test, showed a statistically significant difference between the mean values of the UL angle ($p = 0.047$) and statistically insignificant in UR.

The eruption path of permanent mandibular canines in patients with skeletal class II indicated mesialization of the axes of the permanent mandibular canines compared to patients with skeletal class I. On the other hand, patients with skeletal class III had lower mean values of the inclination angle of the long axis of the permanent mandibular canines compared to the patients with skeletal class I. The canine eruption path in this group was more vertical.

Regardless of gender, as the height of the maxillary zone increases, the axis of inclination of the maxillary canine undergoes mesialization.

Increasing the inclination angle of the maxillary canine relative to the infraorbital plane in the study group indicates the mesialization of these teeth along with an increase in the height of the maxillary dentoalveolar part.

Spearman's R correlation coefficient for the UR angle and the OLS/NL variable was +0.158 at $p = 0.002$. Spearman's R correlation coefficient for the UL angle and the OLS/NL variable was +0.141 at $p = 0.007$ (Fig. 9, 10).

The result of the one-way ANOVA test shows that maxillary permanent canines adopt a variable slope in relation

Wynik jednoczynnikowego testu ANOVA wskazuje, że kły stałe szczęki przyjmują zmienne nachylenie w stosunku do płaszczyzny podoczołowej w zależności od wysokości strefy szczęki: dla UR $p = 0,048$, dla UL $p = 0,028$.

Dokonując analizy zależności nachylenia siekaczy stałych górnych względem podstawy szczęki i kątów inklinacji kłów stałych w grupach badanych, nie stwierdzono istotnej korelacji pomiędzy nimi. Dla zmiennej ILS/NL i kąta UR współczynnik korelacji R Spearmana wyniósł $R = -0,0713$ przy $p = 0,17$, a dla kąta UL $R = 0,005$ przy $p = 0,9$. Uzyskane wyniki wskazują, że pozycja siekaczy stałych szczęki nie wpływa na zmianę nachylenia kłów szczęki w trakcie ich wewnątrzkościwego etapu wyrzynania (Ryc. 11, 12).

Dyskusja

Leczenie stomatologiczne dzieci w okresie uzębienia mieszanego umożliwia wykrywanie ryzyka zatrzymania kłów lub ich ustawienia poza łukiem. Wymaga to jednak znajomości fizjologicznego toru wyrzynania tych zębów w poszczególnych fazach ich rozwoju. Piśmiennictwo związane z diagnostyką, metodami obrazowania radiologicznego oraz oceną pozycji kłów zatrzymanych jest bogate (16–22). W publikacjach zwraca się uwagę na konieczność wczesnego rozpoznania zaburzenia wyrzynania wewnątrzkościwego i lokalizacji zatrzymanych kłów ze względu na możliwość takich powikłań, jak resorpcja korzeni zębów sąsiadujących, ankyloza kłów lub tworzenie torbieli. Ocenę zaburzenia wyrzynania kłów przeprowadza się najczęściej na ortopantomogramach (23–28), rzadziej na telerentgenogramach (4, 29–31).

Dla pełnej kontroli wyrzynania stałych kłów szczęki wielu autorów zaleca wczesną ocenę przy użyciu badań radiologicznych w okresie uzębienia mieszanego (9, 25, 32–34).

Zdaniem Ericsona i Kurola kontrolę radiologiczną toru wyrzynania należy przeprowadzić u dzieci w wieku 10–11 lat (7). Williams podkreśla znaczenie rozpoczęcia obserwacji fazy śródkościowego toru wyrzynania górnych stałych kłów u dzieci 8-letnich (9). Z kolei Sajnani i King, badając zmiany odległości korony kła od płaszczyzny zgryzowej u pacjentów z zatrzymanymi kłami, uważali, że utrata pionowego potencjału wzrostowego może nastąpić już w 5. roku życia. Zdaniem badaczy brak zmiany pionowej pozycji kła w tym wieku może sugerować możliwość zatrzymania stałych kłów szczęki (25). Ericson i Kurol polecają palpacyjne badanie obecności wypuklenia błony śluzowej przedsionka między siekaczem bocznym i pierwszym przedtrzonowcem (6). W przypadku ujemnego wyniku takiego badania Power i Short proponują określenie na ortopantomogramie mezjo-dystalnej pozycji wyrzynającego się kła w stosunku do płaszczyzny pośrodkowej (35). Warford i wsp. oraz Lindauer i wsp. uważają za zasadne określenie pozycji kła przy użyciu sektorów wyznaczanych na zębach sąsiadujących z kłem (36, 37).

Ocenę kłów stałych szczęki przeprowadzano na ortopantomogramach, wykonując pomiary pozycji oraz inklinacji

to the infraorbital plane depending on the height of the maxillary zone: for UR $p = 0.048$, for UL $p = 0.028$.

Analysis of the relationship between the inclination of the upper permanent incisors in relation to the mandibular base and the inclination angles of the permanent canines in the study groups revealed no significant correlation. Spearman's R correlation coefficient for the ILS/NL variable and the UR angle was $R = -0.0713$ at $p = 0.17$, and for the UL angle, $R = 0.005$ at $p = 0.9$. Findings from this study indicate that the position of the permanent mandibular incisors does not change the inclination of the maxillary canines during their intraosseous eruption stage (Figs. 11, 12).

Discussion

Dental treatment of children with mixed dentition enables the detection of the risk of canine retention or positioning outside the arch. However, this requires knowledge of the physiological path of these teeth eruption at individual stages of their development. The literature related to diagnostics, radiological imaging methods, and assessment of the position of impacted canines is extensive (16–22). Publications emphasize the need for early diagnosis of intraosseous eruption and localization of retained canines due to the possible complications such as root resorption of adjacent teeth, canine ankylosis or dental cyst formation. Canine eruption disorder is most often assessed by means of orthopantomograms (23–28), less often on telerentgenograms (4, 29–31).

In order to fully control the eruption of the permanent mandibular canines, many authors recommend an early evaluation by means of radiological examinations in the mixed dentition period (9, 25, 32–34).

According to Ericson and Kurol, radiological control of the eruption path should be performed in children aged 10–11 (7). Williams stresses the importance of starting the observation of the intraosseous pathway of eruption of the upper permanent canines in 8-year-old children (9). In turn, Sajnani and King, who studied the changes in the distance of the canine crown from the occlusal plane in patients with retained canines, believe that the loss of vertical growth potential may occur as early as 5 years of age. According to the researchers, the lack of change in the vertical position of the canine at this age may suggest the possibility of retaining the permanent canines in the maxilla (25). Ericson and Kurol recommend palpation for protrusion of the atrial mucosa between the lateral incisor and the first premolar (6). In the case of a negative result of such examination, Power and Short propose to determine the mesiodistal position of the erupting canine in relation to the median plane on the orthopantomogram (35). Warford et al. and Lindauer et al. consider it justified to determine the position of the canine with the use of sectors determined on the teeth adjacent to the canine (36, 37).

Permanent mandibular canines were assessed on orthopantomograms by measuring the position and inclination

Change in the inclination of the maxillary permanent canines during developmental age in patients of...

osi długiej kłów w stosunku do różnych płaszczyzn: płaszczyzny przeprowadzonej przez szczyty kłykci żuchwy, płaszczyzny zgryzowej, płaszczyzny pośrodkowej prowadzonej pomiędzy siekaczami przyśrodkowymi górnymi, płaszczyzny podniebiennej czy płaszczyzny podoczodołowej (6, 23–25, 36, 38).

Według Bjerklin i Kurola płaszczyzna podoczodołowa, wyznaczana na punktach leżących bliżej ocenianego kła szczęki, zmniejsza wpływ zniekształcenia obrazowania na ortopantomogramie na uzyskane wyniki pomiarów (39). Zgodnie z tą opinią wybrano tę płaszczyznę do oceny zmian nachylenia osi długiej, które zachodzą wraz z wiekiem.

Niestety, piśmiennictwo dotyczące prawidłowego toru wyrzynania kłów stałych jest bardzo skąpe (4, 23, 24, 33).

Zdaniem Beckera i Chaushu jednym z istotnych czynników w etiologii podniebiennego zatrzymania kła jest opóźnienie wieku zębowego (40). Podobnie Nase i wsp., badając pacjentów z zatrzymanymi kłami zauważyli, że w grupie pacjentów z podniebienne zatrzymanymi kłami dochodzi do istotnego opóźnienia wieku zębowego (41).

Mając na uwadze różnice wieku metrykalnego i rozwojowego pomiędzy badanymi grupami, jako kryterium rozwoju biologicznego wybrano w badaniach własnych wiek zębowy według Demirjiana (12, 13). Pomogło to prześledzić w okresie uzębienia mieszane zmiany kąta UI i UR u obojga płci w tym samym stadium rozwojowym uzębienia.

W materiale własnym między grupą dzieci 7- i 8-letnich zauważono istotny przyrost mezjoinklinacji kłów w stosunku do płaszczyzny podoczodołowej, średnio w zakresie od 97,81° do 101°. Szczytową wartość mezjoinklinacji stwierdzono w wieku 8,0–8,9 lat, po czym w wieku 9,0–9,9 lat następowała pionizacja kłów.

Uzyskane wyniki zmian nachylenia kłów w trakcie wyrzynania są podobne do uzyskanych przez Fernandez i wsp., Tsai oraz Sajnani i Kinga wskazują na mezjoinklinację w początkowej fazie tego procesu do momentu uzyskania szczytu w wieku 8,0–8,9 lat (23–25). W następnej fazie dochodzi do stopniowej pionizacji osi długiej kła stałego, która trwa aż do wyrznięcia kła w jamie ustnej. Sainani w swoich długofalowych badaniach pacjentów w wieku 3–21 lat stwierdził dodatkowo, że wartości kąta inklinacji osi długiej kłów w najmłodszej i najstarszej grupie wiekowej są takie same (25). Podobnie Fennadez i wsp. podają, że zakres mezjalizacji i pionizacji długiej osi kła u badanych pacjentów był taki sam, średnia wartość inklinacji kła u badanych dzieci pomiędzy 4 i 12 rokiem życia wynosiła 91° (23). Jednak, analizując materiał własny, zauważono podobnie jak Tsai, że zakres pionizacji, jakiej podlegała długa oś kła od wieku 8 lat był większy od zakresu mezjalizacji, jakiej podlegała długa oś kła w początkowej fazie wyrzynania śródkostnego (24).

Na podstawie uzyskanych wyników badań można wnioskować, że przetrwanie mezjoinklinacji kłów po okresie 9,0–9,9 lat może wskazywać na ryzyko zatrzymania tych zębów, co jest zgodne z wnioskami Sajnani i Kinga (25).

of the long axis of the canines in relation to various planes: the plane through the apexes of the mandibular condyles, the occlusal plane, the median plane between the superior medial incisors, the palatal plane or the infraorbital plane (6, 23–25, 36, 38).

According to Bjerklin and Kurol, the infraorbital plane, determined at points closer to the examined maxillary canine, reduces the impact of imaging distortion in the orthopantomogram on the measurement results (39). According to this opinion, this plane was selected to assess the changes in the inclination of the long axis that occur with age.

Unfortunately, the literature on the correct path of permanent canine eruption is very scarce (4, 23, 24, 33).

According to Becker and Chaushu, one of the important factors in the etiology of palatal canine retention is the delay in dental age (40). Similarly, Nase et al. examined patients with retained canines and observed that the group of patients with canines retained palatally exhibits a significant delay in dental age (41).

Taking into account the differences in metrical age and developmental age between the studied groups, the dental age according to Demirjian was selected as the criterion of biological development in the authors' own research (12, 13). This helped to trace the changes in the UI and UR angle in both sexes in the same developmental stage of dentition during the mixed dentition period.

In the authors' own material, there was a significant increase in canine mesialization in relation to the infraorbital plane between the group of 7- and 8-year-old children, on average in the range from 97.81° to 101°. The peak value of mesialization was found at the age of 8.0–8.9, followed by uprighting of the canines at the age of 9.0–9.9 years.

The obtained results of changes in canine inclination during eruption are similar to those obtained by Fernandez et al. Tsai, Sajnani and King indicate mesialization in the initial phase of this process until reaching a peak at the age of 8.0–8.9 (23–25). In the next phase, the long axis of the permanent canine undergoes gradual uprighting, which lasts until the eruption of the canine in the mouth. Sainani conducted his long-term studies of patients aged 3–21 years, and additionally stated that the values of the inclination angle of the long axis of the canines in the youngest and oldest age groups are the same (25). Similarly, Fennadez et al. report that the range of mesialization and uprighting of the long axis of the canine in the studied patients was the same, the mean inclination value of the canine in the studied children between 4 and 12 years of age was 91° (23). However, analysis of the authors' own material revealed that, similarly to Tsai, the range of verticalization to which the long axis of the canine was subjected from the age of 8 years was greater than the range of mesialization to which the long axis of the canine was subjected in the initial stage of intraosseous eruption (24).

W dostępnym piśmiennictwie brak było publikacji powiązanych ze zmianą inklinacji kłów stałych szczęki a stanem zgryzu. Dostępna jest jedynie tematyka badań, w których analizowano występowanie zatrzymania kłów stałych w powiązaniu ze współistniejącymi zaburzeniami zębowymi i stanem zgryzu (42–48).

Cernochova i Izakovicova-Holla odnotowały u pacjentów z podniebiennie zatrzymanymi kłami szczęki istotne przechylenie siekaczy górnych i znaczną mezoinklinację długiej osi kłów (42). W materiale własnym nie stwierdzono istotnej korelacji pomiędzy pozycją siekaczy (kąt ILS/NL) a wartością inklinacji długiej osi kłów stałych szczęki w trakcie ich wyrzynania.

Al-Nimri i Ghataibeh, badając modele diagnostyczne, stwierdzili u 44% pacjentów z zatrzymanymi kłami szczęki wady klasy II podgrupy 2. (43). Podobnie Basdra i wsp., analizując na modelach diagnostycznych zaburzenia zębowe towarzyszące wadzie klasy II podgrupy 2., zauważyli wysoki odsetek (33,5%) pacjentów z zatrzymanymi kłami (44).

U pacjentów z wadami o podłożu szkieletowym zwiększenie kąta SS-N-SM korelowało dodatnio z większymi wartościami kąta inklinacji UL i UR zarówno wśród dziewcząt, jak i chłopców.

U pacjentów z II klasą szkieletową obserwowano większy stopień mezoinklinacji kła po stronie prawej i lewej w porównaniu do pacjentów z I klasą szkieletową. Może to tłumaczyć częste spotykanie tej wady zgryzu u pacjentów z podniebiennie zatrzymanymi kłami, u których stwierdza się znaczny stopień mezoinklinacji osi długiej kła (25, 42, 44).

Ludicke i wsp. uważają, że zwiększenie bazy apikalnej siekaczy górnych, towarzyszące ich przechyleniu, powoduje utratę kontrolnej roli siekaczy bocznych w przebiegu wyrzynania kła szczęki (46). Zdaniem Ludicke i wsp., Basdra i wsp. oraz Leiferta i wsp. wady zgryzu, którym towarzyszy zwiększenie bazy apikalnej szczęki mogą predysponować do podniebiennego zatrzymania kłów szczęki i dlatego u tych pacjentów należy monitorować przebieg wyrzynania stałych kłów szczęki (44, 46, 47). Natomiast u pacjentów z III klasą szkieletową odnotowano mniejsze średnie wartości kąta inklinacji kła, co sugeruje, że droga wyrzynania kłów u tych pacjentów jest spionizowana, ze względu na zahamowanie doprzedniego wzrostu szczęki. Wartość korelacji R Spearmana dla zmiennej SS-N-SM i kąta inklinacji kła prawego szczęki wyniosła +0,132 przy $p = 0,017$, a dla kąta inklinacji kła lewego szczęki +0,104 przy $p = 0,047$. Natomiast w badaniu Di Carlo i wsp. nie wykazano korelacji między III klasą szkieletową a frekwencją zatrzymania stałych kłów szczęki (49).

Wyniki wskazują również na dodatnią korelację pomiędzy średnimi wartościami kątów UL i UR a strefą szczęki. U pacjentów ze zwiększoną wysokością części zębowo-wyrostkowej szczęki kły stałe wyrzynały się ze zwiększoną średnią wartością kąta inklinacji. Wskaźnik korelacji R Spearmana dla UR i strefy szczęki wynosił +0,158 przy $p = 0,002$, natomiast dla UL i strefy szczęki +0,141 przy $p = 0,007$.

Based on the obtained results, it can be concluded that the survival of canine mesialization after 9.0–9.9 years may indicate a risk of retention of these teeth, which is consistent with the conclusions of Sajjani and King (25).

The available literature lacks publications related to the change in the inclination of the maxillary permanent canines and the occlusion status. Only studies that analyzed the incidence of permanent canine retention in connection with concomitant dental disorders and the occlusion status are available (42–48).

Cernochova and Izakovicova-Holla reported significant tilting of the upper incisors and significant mesialization of the long axis of the canines in patients with palatally retained maxillary canines (42). Our own material indicated no significant correlation between the position of the incisors (ILS/NL angle) and the value of the long axis inclination of the permanent mandibular canines during their eruption.

Al-Nimri and Ghataibeh examined diagnostic models and found class II subgroup 2 defects in 44% of patients with retained canines (43). Similarly, Basdra et al. analyzed dental disorders associated with class II subgroup 2 defects on diagnostic models and noticed a significant percentage (33.5%) of patients with retained canines (44).

In patients with skeletal defects, an increase in the SS-N-SM angle positively correlated with higher values of the UL and UR inclination angles in both girls and boys.

Patients with skeletal class II had a greater degree of mesialization of the canine on the right and left side compared to patients with skeletal class I. This could explain the frequent occurrence of this malocclusion in patients with palatally retained canines, who have a significant degree of mesialization of the long axis of the canine (25, 42, 44).

Ludicke et al. believe that the increase in the apical base of the upper incisors, which accompanies their tilting, causes the loss of the control function of the lateral incisors in the course of maxillary canine eruption (46). According to Ludicke et al., Basdra et al., and Leifert et al., malocclusion accompanied by an increase in the apical base of the maxilla may predispose to palatal arrest of the maxillary canines, and therefore the course of the eruption of the permanent maxillary canines should be monitored in these patients (44, 46, 47). However, patients with skeletal class III had lower mean values of the canine inclination angle, which suggests that the path of canine eruption in these patients is upright due to inhibition of the frontal growth of the mandible. Spearman's R correlation for the variable SS-N-SM and the right mandible inclination angle was +0.132 at $p = 0.017$, and for the left mandible inclination angle, it was +0.104 at $p = 0.047$. On the other hand, the study by Gabriele Di Carlo et al. showed no correlation between skeletal class III and the frequency of permanent canine stop in the maxilla (49).

The results also show a positive correlation between the mean UL and UR angles and the mandibular zone. In patients

Wnioski

1. Wewnątrzkościowe wyrzynanie kłów stałych szczęki cechuje:
 - zwiększanie mezjoinklinacji osi długiej tych zębów w okresie od 7,9 do 8,9 lat,
 - pionizacja osi długiej kłów powyżej 9,0 lat,
 - taki sam przebieg procesu wyrzynania u chłopców i dziewcząt w tym samym wieku zębowym.
2. Istnieje zależność między nachyleniem długiej osi kłów szczęki a wadami zgryzu:
 - w wadach szkieletowych klasy II stopień mezjoinklinacji kłów jest większy niż w normookluzji, a w wadach szkieletowych III klasy dominuje pionizacja długiej osi kłów stałych szczęki,
 - zwiększenie mezjoinklinacji długiej osi kłów stałych szczęki wiąże się istotnie ze zwiększeniem strefy szczęki (kąta OLS/NL).
3. Oznaczenie zmian stopnia inklinacji kła stałego szczęki w zależności od wieku zębowego może być ważnym elementem w diagnostyce ortodontycznej i ogólnostomatologicznej. Zwiększenie kąta nachylenia kła stałego szczęki powyżej 101° w stosunku do płaszczyzny podczodołowej u pacjentów w wieku powyżej 9 lat może wskazywać na zaburzenie toru wyrzynania tych zębów.

with an increased height of the dentoalveolar part of the maxilla, the permanent canines erupted with an increased mean value of the inclination angle. Spearman's R correlation coefficient for UR and the maxillary zone was +0.158 at $p = 0.002$, while for UL and maxillary zone, it was +0.141 at $p = 0.007$.

Conclusions

1. The intraosseous eruption of the maxillary permanent canines is characterized by:
 - increased mesialization of the long axis of these teeth in the period from 7.9 to 8.9 years,
 - verticalization of the long axis of the canines over 9.0 years,
 - the same course of the eruption process in boys and girls of the same dental age.
2. There is a relationship between the inclination of the long axis of the maxillary canines and malocclusion:
 - in class II skeletal defects, the degree of canine mesialization is greater than in normocclusion, and in class III skeletal defects, the upright position of the long axis of the permanent mandibular canines is dominant,
 - the increase in the mesialization of the long axis of the permanent mandibular canines is significantly associated with the increase in the maxillary zone (OLS/NL angle).
3. Determination of changes in the inclination degree of the permanent mandibular canine depending on dental age may be an important element in orthodontic and general dental diagnostics. Increasing the angle of inclination of the permanent maxillary canine above 101° in relation to the infraorbital plane in patients over 9 years of age may indicate a disturbed eruption path of these teeth.

Piśmiennictwo / References

1. Marks SC Jr, Schroeder HE. Tooth eruption: theories and facts. *Anat Rec* 1996; 245: 374-93.
2. Avery J. Oral development and Histology. Thieme 2001.
3. Broadbent H. Ontogenic Development of Occlusion. *Am J Orth* 1941; 11: 223-41.
4. Coulter J, Richardson A. Normal eruption of the maxillary canine quantified in three dimensions. *Eur J Orthod* 1997; 19: 171-83.
5. Hägg U, Taranger J. Timing of tooth emergence. A prospective longitudinal study of Swedish urban children from birth to 18 years. *Swed Dent J* 1986; 10: 195-206.
6. Ericson S, Kurol J. Radiographic assessment of maxillary canine eruption in children with clinical signs of eruption disturbance. *Eur J Orthod* 1986; 8: 133-40.
7. Ericson S, Kurol J. Radiographic examination of ectopically erupting maxillary canines. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987; 91: 483-92.
8. Becker A. The orthodontic treatment of impacted teeth. *Informa Healthcare* 2007.
9. Williams BH. Diagnosis and prevention of maxillary cuspid impaction. *Angle Orthod* 1981; 51: 30-40.
10. Naser DH, Abu Alhaija ES, Al-Khateeb SN. Dental age assessment in patients with maxillary canine displacement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011; 140: 848-55.
11. Becker A, Chaushu S. Dental age in maxillary canine ectopia. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000; 117: 657-62.
12. Demirjian A, Buschang PH, Tanguay R, Patterson DK. Interrelationships among measures of somatic, skeletal, dental, and sexual maturity. *Am J Orthod* 1985; 88: 433-8.
13. Demirjian A, Goldstein H. New systems for dental maturity based on seven and four teeth. *Ann Hum Biol* 1976; 3: 411-21.
14. Kataja M, Nyström M, Aine L. Dental maturity standards in southern Finland. *Proc Finn Dent Soc* 1989; 85: 187-97.

15. Williams S. Przydatność rozszerzonej analizy cefalometrycznej Björka w diagnostyce ortodontycznej i leczeniu. (rozprawa doktorska). Medical University of Silesia in Katowice 2006.
16. Alqerban A, Jacobs R, Fieuws S, Willems G. Radiographic predictors for maxillary canine impaction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015; 147: 345-54.
17. Bishara SE. Impacted maxillary canines: a review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992; 101: 159-71.
18. Nute SJ. Severe incisor resorption by impacted maxillary canines: case report and literature review. *Int J Paediatr Dent* 2004; 14: 451-4.
19. Zabel M. Patomechanizm zatrzymania górnych stałych kłów oraz diagnostyka i ocena radiologiczna ich położenia. *Dent Med Probl* 2006; 43: 282-7.
20. Katsnelson A, Flick WG, Susarla S, Tartakovsky JV, Miloro M. Use of panoramic x-ray to determine position of impacted maxillary canines. *J Oral Maxillofac Surg* 2010; 68: 996-1000.
21. Jung YH, Liang H, Benson BW, Flint DJ, Cho BH. The assessment of impacted maxillary canine position with panoramic radiography and cone beam CT. *Dentomaxillofac Radiol* 2012; 41: 356-60.
22. Alqerban A, Jacobs R, Fieuws S, Willems G. Comparison of two cone beam computed tomographic systems versus panoramic imaging for localization of impacted maxillary canines and detection of root resorption. *Eur J Orthod* 2011; 33: 93-102.
23. Fernández E, Bravo LA, Canteras M. Eruption of the permanent upper canine: a radiologic study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998; 113: 414-20.
24. Tsai HH. Eruption process of upper permanent canine. *J Clin Pediatr Dent* 2001; 25: 175-9.
25. Sajjani AK, King NM. Early prediction of maxillary canine impaction from panoramic radiographs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012; 142: 45-51.
26. Sabour S, Wahid Dastjerdi E. Early prediction of maxillary canine impaction from panoramic radiographs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012; 142: 428.
27. An S, Wang J, Li J, Cheng Q, Jiang CM, Wang YT, Huang YF, Yu WJ, Gou YC, Xiao L. Comparison of methods for localization of impacted maxillary canines by panoramic radiographs. *Dentomaxillofac Radiol* 2013; 42: 20130129.
28. Mohammad RJ. Correlation between skeletal development and maxillary canine eruption. *Indian J Dent Res* 2020; 31: 408-13.
29. McSherry P, Richardson A. Ectopic eruption of the maxillary canine quantified in three dimensions on cephalometric radiographs between the ages of 5 and 15 years. *Eur J Orthod* 1999; 21: 41-8.
30. Baccetti T, Franchi L, De Lisa S, Giuntini V. Eruption of the maxillary canines in relation to skeletal maturity. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008; 133: 748-51.
31. Sambataro S, Baccetti T, Franchi L, Antonini F. Early predictive variables for upper canine impaction as derived from postero-anterior cephalograms. *Angle Orthod* 2005; 75: 28-34.
32. Becker A. In defense of the guidance theory of palatal canine displacement. *Angle Orthod* 1995; 65: 95-8.
33. Alessandri Bonetti G, Zanarini M, Danesi M, Parenti SI, Gatto MR. Percentiles relative to maxillary permanent canine inclination by age: a radiologic study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 136: 486-7.
34. Shapira Y, Kuflinec MM. Early diagnosis and interception of potential maxillary canine impaction. *J Am Dent Assoc* 1998; 129: 1450-4.
35. Power SM, Short MB. An investigation into the response of palatally displaced canines to the removal of deciduous canines and an assessment of factors contributing to favourable eruption. *Br J Orthod* 1993; 20: 215-23.
36. Warford JH Jr, Grandhi RK, Tira DE. Prediction of maxillary canine impaction using sectors and angular measurement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 124: 651-5.
37. Lindauer SJ, Rubenstein LK, Hang WM, Andersen WC, Isaacson RJ. Canine impaction identified early with panoramic radiographs. *J Am Dent Assoc* 1992; 123: 91-7.
38. Szczepańska I, Młynarska-Zduniak E. Wyrzynanie się kłów stałych na podstawie studium radiologicznego zdjęć pantomograficznych. *Czas Stomatol* 1981; 34: 629-36.
39. Bjerklín K, Kuroł J. Ectopic eruption of the maxillary first permanent molar: etiologic factors. *Am J Orthod* 1983; 84: 147-55.
40. Becker A, Chaushu S. Dental age in maxillary canine ectopia. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000; 117: 657-62.
41. Naser DH, Abu Alhaja ES, Al-Khateeb SN. Dental age assessment in patients with maxillary canine displacement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011; 140: 848-55.
42. Cernochova P, Izakovicova-Holla L. Dentoskeletal characteristics in patients with palatally and buccally displaced maxillary permanent canines. *Eur J Orthod* 2012; 34: 754-61.
43. Al-Nimri K, Gharaibeh T. Space conditions and dental and occlusal features in patients with palatally impacted maxillary canines: an aetiological study. *Eur J Orthod* 2005; 27: 461-5.
44. Basdra EK, Kiokpasoglou M, Stellzig A. The Class II Division 2 craniofacial type is associated with numerous congenital tooth anomalies. *Eur J Orthod* 2000; 22: 529-35.
45. Basdra EK, Kiokpasoglou MN, Komposch G. Congenital tooth anomalies and malocclusions: a genetic link? *Eur J Orthod* 2001; 23: 145-51.
46. Lüdicke G, Harzer W, Tausche E. Incisor inclination--risk factor for palatally-impacted canines. *J Orofac Orthop* 2008; 69: 357-64.
47. Leifert S, Jonas IE. Dental anomalies as a microsymptom of palatal canine displacement. *J Orofac Orthop* 2003; 64: 108-20.
48. Mercuri E, Cassetta M, Cavallini C, Vicari D, Leonardi R, Barbato E. Skeletal features in patient affected by maxillary canine impaction. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2013; 18: e597-602.
49. Di Carlo G, Saccucci M, Luzzi V, Ierardo G, Voza I, Sfasciotti GL, Polimeni A. Prevalence of maxillary canine impaction in skeletal Class III malocclusions compared to Class I malocclusions. *J Clin Exp Dent* 2019; 11: e264-8.