

Diagnostic difficulties of the styloid process on panoramic radiographs

Trudności diagnostyczne wyrostka rylcowatego na zdjęciach pantomograficznych

Katarzyna Różyło¹, Ingrid Różyło-Kalinowska², Magdalena Piskórz¹,
Katarzyna Denkiewicz², Jacek Szkutnik³

¹ Zakład Rentgenodiagnostyki Stomatologicznej i Szczękowo-Twarzowej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Polska
Department of Dental and Maxillofacial Radiology, Medical University of Lublin, Poland
Head: prof. T.K. Różyło

² Samodzielna Pracownia Propedeutyki Radiologii Stomatologicznej i Szczękowo-Twarzowej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Polska
Independent Unit of Propedeutics of Dental and Maxillofacial Radiology, Medical University of Lublin, Poland
Head: prof. I. Różyło-Kalinowska

³ Zakład Zaburzeń Czynnościowych Narządu Żucia, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Polska
Department of Functional Masticatory Disorders, Medical University of Lublin, Poland
Head: dr n. med. J. Szkutnik

Abstract

Introduction. A mineralized and elongated styloid process may be the cause of the symptoms associated with the Eagle's syndrome. Diagnosis of elongation of this anatomical structure is not easy. Its evaluation is possible clinically and with imaging examinations. For this purpose, the most commonly performed tests are panoramic radiographs, cone-beam computed tomography and computed tomography. **Aim of the study.** To present examples of a mineralized styloid process in panoramic images according to radiological classification, and to indicate the limitation of the use of quantitative classification resulting from differences in positioning of the patient's head during examination. **Material and methods.** Digital panoramic radiographs of patients with an elongated and mineralized styloid process have been selected from the database, classified according to types and presented in the form of an atlas. Analysis of a styloid process shadow on subsequent panoramic radiographs taken in the same patients demonstrated no consistency of the radiographic image. **Conclusions.** Panoramic examination may only be used to assess the type of mineralization of the styloid process and to determine its approximate length.

Streszczenie

Wstęp. Zmineralizowany i wydłużony wyrostek rylcowaty może być przyczyną występowania objawów bólowych towarzyszących zespołowi Eagle'a. Diagnostyka wydłużonego wyrostka rylcowatego nie jest łatwa. Jego ocena możliwa jest klinicznie oraz za pomocą badań obrazowych. W tym celu najczęściej wykonuje się badanie pantomograficzne, tomografii wolumetrycznej oraz tomografii komputerowej. **Cel pracy.** Celem pracy jest przedstawienie przykładów zmineralizowanych wyrostków rylcowatych na zdjęciach pantomograficznych według klasyfikacji radiologicznych i wskazanie ograniczenia stosowania klasyfikacji ilościowych wynikających z różnic w ustawieniu głowy pacjenta podczas pozycjonowania. **Materiał i metody.** Z bazy zdjęć pantomograficznych wyeksportowano przypadki pacjentów z wydłużonymi i zmineralizowanymi wyrostkami rylcowatymi. Wybrane zdjęcia przyporządkowano typom klasyfikacji jakościowych i przedstawiono w formie atlasu. Podjęto próbę przyporządkowania zdjęć do klasyfikacji ilościowych, jednak dokładana analiza pacjentów, u których wykonano dwa zdjęcia pantomograficzne potwierdziła, że nie było zgodności w położeniu wyrostków rylcowatych na obu zdjęciach. **Wnioski.** Badanie pantomograficzne może posłużyć jedynie do oceny typu mineralizacji wyrostka rylcowatego oraz określenia jego orientacyjnej długości.

KEYWORDS:

styloid process, Eagle's syndrome, panoramic radiograph

HASŁA INDEKSOWE:

wyrostek rylcowaty, zespół Eagle'a, pantomogram

Introduction

Mineralized and elongated styloid process may be the cause of painful sensations characteristic of the Eagle's syndrome.^{1,2} The length of the structure in an adult is 2 to 2.5 cm,¹ and according to other authors, up to 3 cm.³ The Eagle's syndrome can be diagnosed in patients whose styloid process in radiological examination is longer than 3 cm.¹ According to epidemiological studies, 4% of individuals are diagnosed with an elongated styloid process, whereas only 4-10% of patients in this group report symptoms consistent with the Eagle's syndrome.⁵

There is no accordance in the literature regarding prevalence of elongation and gender. Some authors state that there is no predilection for any gender, according to other sources the elongated styloid process has the same incidence in both genders, but painful sensations are more common in women.⁶⁻⁹

The dentist is often the first specialist who diagnoses a patient with the Eagle's syndrome, so its diverse symptomatology should be well known. The typical symptoms following tonsillectomy are mainly located in the throat, may be similar to pharyngitis, but can also spread to the middle ear or the mastoid area, and also cause a feeling of a foreign body in the throat, impede swallowing and even provoke pain that accompanies swallowing, or TMJ disorders. These ailments are caused by compression of the cranial nerves in the parapharyngeal space between the elongated styloid and the connective tissue scar after removal of the tonsil. Symptoms may be more severe if the elongated process exerts pressure on the external or internal carotid artery. Then the carotid artery syndrome may be recognized, due to mechanical irritation of the sympathetic fibers running through the carotid arteries by an excessively elongated styloid process. Pain in the infraorbital, temporal, parietal area or earlobe are present when pressure is exerted on external carotid artery, whereas unilateral headaches are diagnosed when internal carotid artery is compromised.^{10,11}

Patients manifesting symptoms characteristic of the syndrome are older than 40 years since as we age local ligaments and soft tissues become less

Wstęp

Zmineralizowany i wydłużony wyrostek rylcowaty może być przyczyną występowania objawów bólowych charakterystycznych dla zespołu Eagle'a.^{1,2} Długość wyrostka rylcowatego u dorosłego człowieka wynosi 2 do 2,5cm,¹ według innych autorów do 3cm.^{3,4} Zespół Eagle'a może być zdiagnozowany u pacjentów, u których w obrazie radiologicznym stwierdzono obecność wyrostka rylcowatego powyżej 3 cm.¹ Według badań epidemiologicznych, w ogólnej populacji tylko u 4% pacjentów diagnozuje się wydłużony wyrostek rylcowaty, przy czym tylko u 4-10% pacjentów z tej grupy podają objawy charakterystyczne dla zespołu Eagle'a.⁵

W piśmiennictwie nie ma zgodności, co do różnic w występowaniu wydłużonego wyrostka rylcowatego w odniesieniu do płci. Jedne źródła podają, że nie ma predylekcji do żadnej płci, zaś inne, że wydłużony wyrostek rylcowaty występuje z podobną częstością u obu płci, natomiast objawy bólowe pojawiają się częściej u kobiet.⁶⁻⁹

Pacjent z zespołem Eagle'a może trafić do stomatologa, dlatego dobrze znać jego różnorodną symptomatologię. Objawy klasycznego zespołu Eagle'a po uprzednio wykonanej tonsilektomii są głównie zlokalizowane w gardle, mogą być podobne do zapalenia gardła, ale również mogą rozprzestrzenić się do ucha środkowego lub okolicy wyrostka sutkowatego, a także powodować uczucie ciała obcego w gardle, utrudniać połykanie, prowokować ból podczas przełykania, a nawet powodować zaburzenia artykulacji. Dolegliwości te spowodowane są przez uciśnięcie nerwów czaszkowych przebiegających w przestrzeni przygardłowej pomiędzy zbyt długim wyrostkiem rylcowatym a blizną łącznotkankową po usunięciu migdałku. Objawy mogą być bardziej nasilone, jeśli wydłużony wyrostek rylcowaty powoduje ucisk na tętnicę szyjną zewnętrzną lub wewnętrzną. Wtedy mówimy o zespole tętnicy szyjnej, w którym dochodzi do mechanicznego drażnienia włókien sympatycznych biegnących z tętnicami szyjnymi przez nadmiernie wydłużony wyrostek rylcowaty. Bóle okolicy podoczołowej, skroniowej, ciemieniowej oraz małżowiny usznej będą pojawiać się przy ucisku na tętnicę

elastic hence more resistant to the surrounding hard tissues.⁹

Evaluation of the styloid process is clinically feasible in palpation test, but the basic diagnostic tool is imaging. For this purpose, the most commonly performed exams are panoramic radiographs, Cone-Beam Computed Tomography (CBCT) and Computed Tomography (CT). Panoramic examination is commonly prescribed due to dental indications. It shows the presence of the mineralized styloid process and the stylohyoid ligament, but linear measurements are problematic in this type of examination. This disadvantage may be due to the difficulty in finding out the starting point of the styloid process and determining its position relative to a fixed reference point, such as mental foramen or mandibular angle.

In the literature, there are different classifications of the styloid process.^{12,13} Diagnostic imaging allows assessment of the process in relation to the type of mineralization according to qualitative classification and distance from the styloid process to a predetermined reference point – quantitative classification. Among the qualitative classifications, the morphological classification of the mineralized styloid process according to Langlais (1986)¹² is commonly applied:

Type I – (uninterrupted) elongated above 30 mm,

Type II – (pseudo) resembling a joint,

Type III – (segmentation) consisting of two or more segments.

The classification of the type of mineralization was also elaborated by Langlais (1986):¹²

Type A (External Calcification) – external mineralization (radiopacity), interior – not mineralized (radiolucency),

Type B (Partial Calcification) – partial mineralization, interior – radiolucency separated by radiopacity,

Type C (Nodular Calcification) – nodular, the interior presents a different stage of mineralization,

Type D (Complete Calcification) – complete mineralization (radiopacity).

Among the quantitative classifications, we can distinguish the modified O'Carroll's classification:¹³

szyjną zewnętrzną, natomiast jednostronne bóle głowy diagnozuje się przy ucisku wyrostka na tętnicę szyjną wewnętrzną.^{10,11}

Pacjenci z charakterystycznymi dla zespołu objawami to głównie osoby po 40 roku życia, ponieważ z wiekiem miejscowe więzadła i tkanki miękkie stają się mniej elastyczne i stawiają większy opór otaczającym im tkankom twardym.⁹

Ocena wyrostka rylcowatego możliwa jest klinicznie, tj. podczas badania palpacyjnego, jednak podstawowym narzędziem diagnostycznym są badania obrazowe. W tym celu najczęściej wykonuje się badanie pantomograficzne, tomografii wolumetrycznej oraz tomografii komputerowej. Badanie pantomograficzne jest powszechnie wykonywane ze wskazań stomatologicznych. Bardzo dobrze ukazuje obecność zmineralizowanego wyrostka rylcowatego oraz więzadła rylcowo-gnykowego, jednak na zdjęciu występują problemy z pomiarem jego długości. Wynika to z trudności ustalenia jego punktu początkowego oraz określenia jego położenia w stosunku do stałego punktu odniesienia, którym może być np. otwór bródkowy lub kąt żuchwy.

W piśmiennictwie występują różne klasyfikacje wyrostka rylcowatego.^{12,13} Diagnostyka obrazowa pozwala na ocenę wyrostka rylcowatego w odniesieniu do typu mineralizacji – są to klasyfikacje jakościowe oraz badające odległość od wierzchołka wyrostka rylcowatego do określonego punktu odniesienia – klasyfikacje ilościowe. Wśród klasyfikacji jakościowych wyróżnia się klasyfikację morfologiczną zmineralizowanego wyrostka rylcowatego wg Langlais (1986):¹²

Typ I – (nieprzerwany) wydłużony powyżej 30 mm,

Typ II – (pseudostaw) przypominający staw,

Typ III – (segmentacja) składający się z dwóch lub więcej segmentów,

oraz klasyfikację pod kątem typu mineralizacji wyrostka rylcowatego wg Langlais (1986):¹²

Typ A (External Calcification) – zewnętrzna mineralizacja (zaciemnienie), wewnątrz – niezmineralizowane (przejaśnienie),

Typ B (Partial Calcification) – częściowa mineralizacja, wewnątrz – przejaśnienie przedzielone zaciemnieniem,

O – the process is invisible on the panoramic radiograph,

A – apex is visible above the level of mental foramen,

B – apex is projected between the mental foramen level and the angle of the mandible,

C – apex is below the level of the angle of the mandible.

While qualitative classification functions properly in daily practice, quantitative classification may be problematic in measuring the length of the styloid process.

Aim of the study

The aim of this paper is to present examples of a styloid process visible in panoramic radiographs according to radiological classification, and to present the limitation of the use of quantitative classification resulting from different positions of the patient's head during examination.

Material and methods

The database of panoramic images performed in years 2014-2016 in the Department of Dental and Maxillofacial Radiodiagnostics of the Medical University of Lublin, Poland was analysed. The radiographs were taken by means of the Planmeca ProMax (Helsinki, Finland) and VistaPano, Durr Dental (Bietigheim-Bissingen, Germany) panoramic machines. Cases of patients with elongated and mineralized styloid processes were exported. The selected images were assigned to radiographic classification types and presented as an atlas. Analysis of two panoramic X-rays of the same patient taken on different occasions confirmed that there was no agreement between the position of the processes on both radiographs. Therefore, *in vitro* studies using a human skull model were performed to determine changes in the position of its radiographic image of the styloid process. The styloid processes were extended using plasticine (Figure 1). A series of panoramic images (exposure parameters: 54kV, 4mA, 16s) were obtained in different head's positions (Figure 2): a) in correct position of the skull (Fig. 3) b) head positioned too much downwards (at 10 degrees to horizontal plane) (Figure 4) c) head positioned

Typ C (Nodular Calcification) – guzkowe, wewnątrz wykazuje różny stopień mineralizacji,

Typ D (Complete Calcification) – całkowita mineralizacja (zaciemnienie).

Wśród klasyfikacji ilościowych wyróżniamy zmodyfikowaną klasyfikację O'Carroll:¹³

O – wyrostek rylcowaty jest niewidoczny na pantomogramie,

A – wierzchołek wyrostka rzutuje się powyżej poziomu otworu bródkowego,

B – wierzchołek wyrostka rylcowatego rzutuje się pomiędzy poziomem otworu bródkowego a poziomem kąta żuchwy,

C – wierzchołek wyrostka rylcowatego rzutuje się poniżej poziomu kąta żuchwy.

O ile klasyfikacje jakościowe sprawdzają się w codziennej praktyce, o tyle klasyfikacje ilościowe mogą nastęrczać trudności podczas oceny długości wyrostka rylcowatego.

Cel pracy

Celem pracy jest przedstawienie przykładów wyrostków rylcowatych widocznych na zdjęciach pantomograficznych według klasyfikacji radiologicznych i wskazanie ograniczenia stosowania klasyfikacji ilościowych, wynikającego z różnic w ustawieniu głowy pacjenta podczas pozycjonowania.

Materiał i metody

Przeanalizowano bazę zdjęć pantomograficznych wykonanych w Zakładzie Rentgenodiagnostyki Stomatologicznej i Szczękowo-Twarzowej UM w Lublinie, w latach 2014-2016, aparatami Planmeca ProMax (Helsinki, Finlandia) i VistaPano, Durr Dental (Bietigheim-Bissingen, Germany) i wyeksportowano przypadki pacjentów z wydłużonymi i zmineralizowanymi wyrostkami rylcowatymi. Wybrane zdjęcia przyporządkowano typom klasyfikacji radiologicznych i przedstawiono w formie atlasu. Dokładna analiza pacjentów, u których wykonano dwa zdjęcia pantomograficzne w odstępie czasowym potwierdziła, że nie było zgodności, co do położenia tego wyrostka na obu zdjęciach. Dlatego też, w celu określenia zmian w jego położeniu wykonano badania *in vitro* z użyciem mo-



Fig. 1. A skull model with elongated styloid processes by means of plasticine.
 Model czaszki z wydłużonymi wyrostkami rylcowatymi przy użyciu plasteliny.



Fig. 2. Positioning of the skull model.
 Pozycjonowanie modelu czaszki.

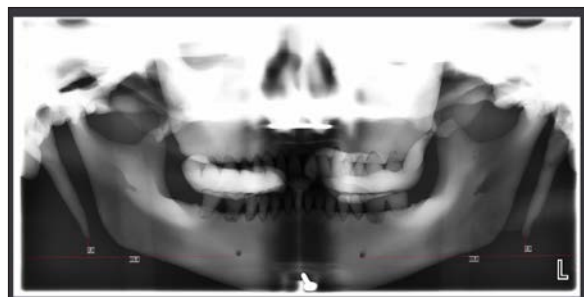


Fig. 3. Correct position of the skull model.
 Ustawienie modelu czaszki w pozycji prawidłowej

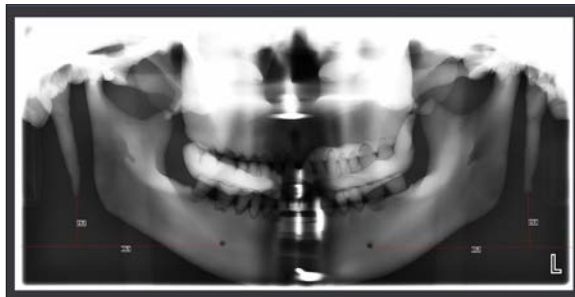


Fig. 4. Head positioned with the chin too much downwards.
 Ustawienie modelu czaszki z nadmiernym pochyleniem do dołu.

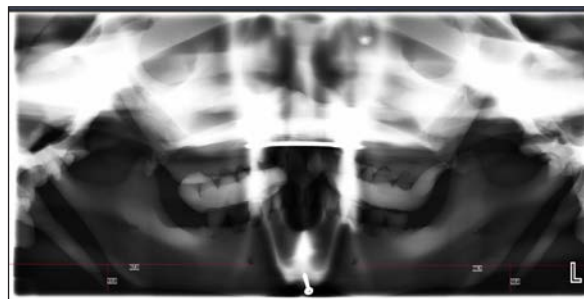


Fig. 5. Head positioned with the chin too much upwards.
 Ustawienie modelu czaszki z nadmiernym uniesieniem ku górze.

delu czaszki ludzkiej. Wyrostki rylcowate przedłużono przy użyciu plasteliny (Fig. 1). Przy użyciu aparatu pantomograficznego Planmeca ProMax (Helsinki, Finland) wykonano serię zdjęć pans tomograficznych (parametry ekspozycji: 54kV, 4mA, 16s) w różnych ustawieniach (Fig. 2): a) w prawidłowym ustawieniu modelu czaszki (Fig.3), z głową pochyloną do dołu pod kątem 10 stopni (Fig. 4), c) z głową odchyloną za bardzo ku górze pod kątem 10 stopni (Fig. 5). Na zdjęciach pantomograficznych wykonano pomiary odległości od wierzchołka wyrostka rylcowatego do prostej biegnącej stycznie do dolnego ograniczenia



Fig. 6a. Panoramic radiograph taken for planning implant placement. Pantomogram pacjenta, wykonany w celu planowania wszczepów śródkostnych.

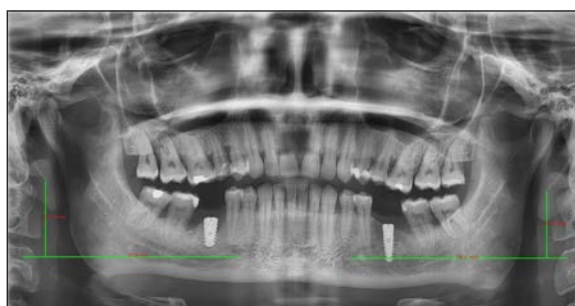


Fig. 6b. Panoramic radiograph of the same patient after a few months taken to evaluate placement of implants. The image of the styloid processes is different on both X-rays due to different positions of the head. Pantomogram tego samego pacjenta, wykonany po kilku miesiącach w celu oceny położenia wszczepów śródkostnych. Widoczna jest różnica w obrazie wyrostków rylcowatych na dwóch zdjęciach związana z odmiennym pozycjonowaniem głowy pacjenta.

with the chin too much upwards (at 10 degrees to horizontal plane) (Figure 5). On panoramic X-rays, measurements of the distance from the apex of the styloid process to the straight line extending tangentially to the lower border of the mental foramen were carried out. Two panoramic images of the patient before and after implantation were analysed, and measurements were taken in the same way as in the examinations of the human skull model (Figure 6a, b).

Results

Figures 7-15 show examples of mineralized styloid processes assigned to radiological classifications types. The measurements in the panoramic images of the human skull model were as follows: with the correct position of the skull model, the distance of the apex of the styloid process to the mental foramen on both sides was 7.9 mm and it was projected above the level of these foramina and mandibular angles. When the chin was too low, the processes were projected above the foramina and angles of the mandible, but the distance to the mental foramen increased considerably and equaled 21.7 mm on the right and 23 mm on the left. When the chin was raised, the distance from the apex of the styloid process to the reference landmarks decreased considerably – on the right it equaled 10 mm and 10.3 mm on the left, and the processes were visible below the level of mental foramina and mandibular angles.

otworu bródkowego. Następnie na zdjęciach pantomograficznych pacjentów implantologicznych przed i po implantacji, przeprowadzono pomiary analogicznie jak w modelu czaszki ludzkiej (Fig. 6a, b).

Wyniki

Na rycinach 7-15 zamieszczono przykłady zmineralizowanych wyrostków rylcowatych, przyporządkowanych do typów klasyfikacji radiologicznych (Fig. 7-15).

Pomiary na zdjęciu panatomograficznym modelu czaszki ludzkiej były następujące: przy prawidłowym położeniu modelu czaszki odległość wierzchołków wyrostków rylcowatych do otworu bródkowego po obu stronach wynosiła 7,9 mm i rzutowała się powyżej poziomu otworów bródkowych i kątów żuchwy. Przy położeniu modelu czaszki z głową nadmiernie pochyloną do dołu, nadal rzutowała się powyżej otworów bródkowych i kątów żuchwy, ale odległość do otworu bródkowego znacznie wzrosła i wynosiła po stronie prawej 21,7 mm, a po stronie lewej 23 mm. Przy nadmiernie uniesionej głowie ku górze odległość wierzchołka wyrostka rylcowatego znacznie się zmniejszyła, po stronie prawej – 10 mm i po stronie lewej – 10,3 mm, a wyrostek rzutował się poniżej poziomu otworu bródkowego i kątów żuchwy.

U pacjenta, u którego wykonano pantomogram przed i po implantacji, odległości wierzchołka wyrostka rylcowatego do stycznej biegnącej do dol-



Fig. 7. Type I – (uninterrupted) elongated styloid process above 30 mm on the right side.

Typ I – (nieprzerwany) wydłużony wyrostek rylcowaty powyżej 30 mm po stronie prawej.



Fig. 8. Type II – (pseudo) resembling a joint on the right and left side.

Typ II – (pseudostaw) przypominający staw (obustronny).



Fig. 9. Type III – (segmentation) consisting of two or more segments on the right side.

Typ III – (segmentacja) składający się z dwóch lub więcej segmentów (strona prawa).



Fig. 10. Type A – external mineralization, the interior (the core) – not mineralized.

Typ A – zewnętrzna mineralizacja, wewnątrz (rdzeń) – niezmineralizowane.



Fig. 11. Type B – partial mineralization on the left side, the interior (the core) – radiolucency separated by a radiopacity. Type D – Complete mineralization on the right side.

Typ B – po stronie lewej występuje częściowa mineralizacja, wewnątrz (rdzeń) – przejaśnienie przedzielone zacienieniem. Typ D – po stronie prawej występuje całkowita mineralizacja.



Fig. 12. Type C – nodular, the interior presents different stages of mineralization.

Typ C – guzkowe, wewnątrz (rdzeń) wykazuje różny stopień mineralizacji.

On panoramics taken in a patient before and after implantation, the distance between the apex of the process and the straight line tangent to the lower border of the mental foramen was significantly different – the pre-implantation

nego ograniczenia otworu bródkowego różniły się zasadniczo: odległość przed implantacją wynosiła 41,4 mm po stronie prawej i 39,4 mm po stronie lewej, a po implantacji: 27,6 mm po stronie prawej i 34,2 mm po stronie lewej.



Fig. 13. Type A – the apex of styloid process is visible above the level of mental foramen.

Typ A – wierzchołek wyrostka rylcowatego rzutuje się powyżej poziomu otworu bródkowego.



Fig. 14. Type B – the apex of styloid process is projected between the mental foramen level and the angle of the mandible.

Typ B – wierzchołek wyrostka rylcowatego rzutuje się pomiędzy poziomem otworu bródkowego a poziomem kąta żuchwy.



Fig. 15. Type C – the apex is below the level of the angle of the mandible.

Typ C – wierzchołek wyrostka rylcowatego rzutuje się poniżej kąta żuchwy.

distance was 41.4 mm on the right and 39.4 mm on the left, while on post-implantation radiograph it equalled 27.6 mm on the right and 34.2 mm on the left.

Discussion

Treatment of patients with non-specific pain symptoms is only possible through accurate and correct diagnosis. Radiological examinations used in the diagnosis of Eagle's syndrome include: panoramic X-ray, lateral skull and neck views, reverse Towne's radiograph, PA of the skull, CT and CBCT.¹⁴

The panoramic radiograph shows the general condition of the structure of the bone. It can be used as an initial diagnostic examination but the assessment of the styloid process may be problematic since the image is two-dimensional.¹⁰ Other limitations include a large number of overlapping shadows, image enlargement and

Dyskusja

Leczenie pacjentów z niecharakterystycznymi objawami bólowymi jest możliwe tylko dzięki dokładnej i prawidłowej diagnozie. Wśród badań radiologicznych stosowanych w diagnostyce zespołu Eagle'a można wymienić projekcję pantomograficzną, boczną czaszki i szyi, Towne'a, skośną boczną żuchwy, PA czaszki, jak też badanie tomografii komputerowej i CBCT.¹⁴

Zdjęcie pantomograficzne przedstawia ogólny obraz struktur kostnych i może posłużyć, jako badanie wstępne w diagnostyce, jednak ocena wyrostka rylcowatego może przysparzać problemów z powodu dwuwymiarowości wykonanego zdjęcia.¹⁰ Inne ograniczenia to duża liczba nakładających się cieni, powiększenie obrazowanych struktur oraz trudności w pozycjonowaniu pacjenta. Ponadto nie jest to zdjęcie powtarzalne i wręcz niemożliwe jest ustawienie pacjenta w takiej samej pozycji za każdym razem, natomiast w zespole Eagle'a istotą jest określenie, czy u danego pacjenta mamy do czynienia z wyrostkiem wydłużonym czy nie. Badanie pantomograficzne nie pozwala na określenie jego dokładnego położenia ani średnicy.¹⁵ Należy również pamiętać, że na ocenę położenia wyrostka rylcowatego może wpływać to, że cyfrowe zdjęcia panoramiczne w tylnym obszarze żuchwy są zniekształcone w wymiarze pionowym i poziomym z przewagą

difficulty in positioning the patient. In addition, this is not a reproducible image, as it is impossible to position the patient in the same way each time, but in the Eagle's syndrome, the essence is to determine if the process is truly elongated or not. The panoramic examination excludes determining its exact position or diameter.¹⁵ It is noteworthy that the assessment of the position of the styloid may be influenced by the fact that digital panoramic images in the posterior area of the mandible are distorted vertically and horizontally with a predominance of horizontal distortion.^{16,17} Furthermore, it has been proven that linear measurements on panoramic X-ray to a large extent depend on patient's head position. When the chin is turned 8 degrees upward, there are statistical differences in vertical measurements without any changes in the horizontal plane, while the lateral rotation of the head by less than 10 degrees without the head lifting up does not produce any statistically significant differences in the measurements.¹⁸

Due to the general availability of this study and the relatively low dose of radiation compared to three-dimensional (3-D) examinations, many studies in the literature on Eagle's syndrome are based on panoramic radiographs.^{2,19-22} There was also published a comparative analysis of the styloid process visibility in the lateral cephalometric and panoramic radiographs, but the results showed no statistical difference in the measurements.²³ On a lateral cephalometric radiograph the images of the processes overlap, so it is impossible to analyse them separately.

The advantage of 3-D imaging is the ability to evaluate not only the length but also angulation and other morphological features not visible in panoramic radiographs.²⁴ Cone-beam computed tomography (CBCT) is superior to panoramics in determination of the length of the styloid process because it is easier to define its starting point.^{25,26} Measurements may be made between the base of the process and the apex. Moreover, the CBCT is characterized by a lower X-ray burden than medical CT, with high precision in the evaluation of hard tissues.²⁷ In addition, the CBCT study is more accessible to dental patients than CT scanning.¹⁵

zniekształceń poziomych.^{16,17} Ponadto udowodniono, że pomiary liniowe na pantomogramach zależą zasadniczo od ustawienia głowy pacjenta do badania. W przypadku skrzywienia głowy pacjenta do góry o 8 stopni, występują statystyczne różnice w pomiarach poziomych bez zmian w pomiarach pionowych, natomiast boczne przechylenie głowy o mniej niż 10 stopni bez unoszenia głowy do góry nie wykazuje istotnie statystycznych różnic w pomiarach.¹⁸

Ze względu na dużą dostępność tego badania i stosunkowo niewielką dawkę promieniowania w porównaniu do badań trójwymiarowych, wiele prac naukowych na temat zespołu Eagle'a opiera się właśnie na pantomografii.^{2,19-22} Dokonano również analizy porównawczej długości wyrostka rylcowatego widocznego na zdjęciu cefalometrycznym bocznym i pantomograficznym, jednak wyniki nie wykazały żadnych różnic statystycznych w pomiarach tego wyrostka.²³ Należy pamiętać, że na zdjęciu cefalometrycznym bocznym oba wyrostki nakładają się na siebie, więc niemożliwa jest ich oddzielna analiza.

Zaletą badań trójwymiarowych jest możliwość oceny nie tylko długości, ale również oceny angulacji i innych cech morfologicznych, których nie widać na zdjęciach pantomograficznych.²⁴ Badanie tomografii stożkowej (CBCT) lepiej sprawdza się w określeniu długości tego wyrostka ze względu na dużo łatwiejsze określenie jego punktu początkowego.^{25,26} Pomiary mogą być wykonywane od podstawy do wierzchołka wyrostka rylcowatego. Co więcej, badanie CBCT ma tę przewagę, że pacjent otrzymuje mniejszą dawkę promieniowania rentgenowskiego niż w badaniu tomografii komputerowej, przy dużej precyzji oceny tkanek twardych.²⁷ Ponadto badanie CBCT jest bardziej dostępne niż badanie tomografii komputerowej.¹⁵

Do tej pory najwięcej badań przeprowadzono za pomocą tomografii komputerowej, gdyż pozwala ona na bardzo precyzyjne pomiary wyrostka rylcowatego, jego nachylenia oraz ocenę wariantów anatomicznych.²⁸⁻³³ Dodatkowo obrazowanie pseudotrójwymiarowe zwiększa wartość tego badania.¹⁴

However, the majority of studies have so far been performed using CT because it enables very precise measurements of the styloid process: its inclinations and the evaluation of anatomical variants.²⁸⁻³³ In addition, pseudo 3-D imaging increases the value of this examination.¹⁴

Conclusions

The most commonly available and widely used diagnostic test for Eagle's syndrome is panoramic imaging. It enables the assessment of the type of mineralization of the styloid process and the stylohyoid ligament, and estimation as to whether it is elongated or not. Panoramic radiographs of the human skull model showed that the position of the apex of the process relative to the level of mental foramen depended on the position of the patient's head. To obtain the most reliable image of the patient's hard tissues, proper positioning of the patient is of most significance.

Wnioski

Najbardziej dostępnym i powszechnie wykonywanym badaniem w diagnostyce zespołu Eagle'a jest zdjęcie pantomograficzne. Pozwala ono na ocenę typu mineralizacji wyrostka rylcowatego i więzadła rylcowo-gnykowego oraz jedynie szacunkowe określenie, czy jest on wydłużony. Wykonane zdjęcia pantomograficzne na modelu czaszki ludzkiej pokazały, że położenie wierzchołka wyrostka rylcowatego w odniesieniu do otworu bródkowego jest uzależnione od ustawienia głowy pacjenta. Aby uzyskać jak najbardziej rzeczywisty obraz tkanek twardych pacjenta, powinniśmy przyłożyć jak największą wagę do pozycjonowania pacjenta.

References

1. *Eagle WW*: Elongated styloid process: further observations and a new syndrome. *Arch Otolaryngol* 1948; 47: 630-640.
2. *Ilgüy M, Ilgüy D, Güler N, Bayirli G*: Incidence of the Type and Calcification Patterns in Patients with Elongated Styloid Process. *J Int Med Res* 2005; 33: 96-102.
3. *Kaufman SM, Elzay RP, Irish EF*: Styloid process variation. Radiologic and clinical study. *Arch Otolaryngol* 1970; 91: 460-463.
4. *Palesy AP, Murray GM, DeBoever J, Klineberg I*: The involvement of the styloid process in head and neck pain – a preliminary study. *J Rehabil* 2000; 27: 275-287.
5. *Murtagh RD, Caracciolo JT, Fernandez G*: CT findings associated with Eagle syndrome. *Am J Neuroradiol* 2001; 22: 1401-1402.
6. *Balcioglu HA, Kilic C, Akyol M, Ozan H, Kokten G*: Length of the styloid process and anatomical implications for Eagle's syndrome. *Folia Morphol* 2009; 68: 265-270.
7. *Sudhakara Reddy R, Sai Kiran Ch, Sai Madhavi N, Raghavendra MN, Satish A*: Prevalence of elongation and calcification patterns of elongated styloid process in south India. *J Clin Exp Dent* 2013; 5: 30-35.
8. *Woolery WA*: The diagnostic challenge of styloid elongation (Eagle's syndrome). *J Am Osteopath Assoc* 1990; 90: 88-89.
9. *Camarda AJ, Deschamps C, Forest D*: Stylohyoid chain ossification: a discussion of etiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1989; 67: 508-514.
10. *Iwańczyk B, Szerszeń M, Nowak J, Chmura A, Wojtowicz A*: Zespół Eagle'a – przegląd piśmiennictwa. *Nowa Stomatol* 2015; 4: 167-172.
11. *Diamond LH, Cottrell DA, Hunter MJ, Papageorge M*: Eagle's syndrome: a report of 4 patients treated using a modified extraoral approach. *J Oral Maxillofac Surg* 2001; 59: 1420-1426.
12. *Langlais RP, VanDis ML, Miles DA*: Elongated and mineralized stylohyoid ligament complex: A proposed classification and report of a case of Eagle's syndrome. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1986; 61: 527-532.
13. *Thun-Szretter K, Jankowska M, Maqal N, Dowżenko A*: Evaluation of styloid process on the panoramic

- radiographs – preliminary report. *Czas Stomatol* 2006; 59: 670-678.
14. *Chickooree D, Ram V*: Eagle's Syndrome – View from the General Practitioners. *Perspective Clinical Medicine and Diagnostics* 2014; 4: 9-13. DOI: 10.5923/j.cmd.20140401.02.
 15. *Mohammed ARS, Abbas FK, Hassan NAI*: Radiographical Evaluation of Styloid Process (A Comparative Study Between Panoramic and Skyview Cone Beam Computed Tomography) In Iraqi Population. *Life Sci J* 2014; 11: 450-457.
 16. *Suphangul S, Rattanabanlang A, Amornsettachai P, Wongsirichat N*: Dimension distortion of digital panoramic radiograph on posterior mandibular regions. *M Dent J* 2016; 36: 279-286.
 17. *Markic G, Müller L, Patcas R, Roos M, Lochbühler N, Peltomäki T, et al.*: Assessing the length of the mandibular ramus and the condylar process: a comparison of OPG, CBCT, CT, MRI, and lateral cephalometric measurements. *Eur J Orthod* 2015; 37: 13-21.
 18. *Stramotas S, Geenty JP, Petocz P, Darendeliler MA*: Accuracy of linear and angular measurements on panoramic radiographs taken at various positions in vitro. *Eur J Orthod* 2002; 24: 43-52.
 19. *More CB, Asrani MK*: Evaluation of the styloid process on digital panoramic radiographs. *Indian J Radiol Imaging* 2010; 20: 261-265.
 20. *Reddy RS, Kiran ChS, Madhavi NS, Raghavendra MN, Satish A*: Prevalence of elongation and calcification patterns of elongated styloid process in south India. *J Clin Exp Dent*. 2013; 5: 30-35.
 21. *Bagga MB, Kumar CA, Yeluri G*: Clinicoradiologic evaluation of styloid process calcification. *Imaging Sci Dent* 2012; 42: 155-161.
 22. *Roopashri G, Vaishali MR, David MP, Baig M, Shankar U*: Evaluation of Elongated Styloid Process on Digital Panoramic Radiographs. DOI:10.5005/jp-journals-10024-119 618-622.
 23. *de Andrade KM, Rodrigues CA, Watanabe PCA, Mazzetto MO*: Styloid Process Elongation and Calcification in Subjects with TMD: Clinical and Radiographic Aspects. *Braz Dent J* 2012; 23: 443-450.
 24. *Başekim CÇ, Mutlu H, Silit E, Pekkaşali Z, Öztürk E, Kizilkaya E*: Evaluation of styloid process by three-dimensional computed tomography. *Eur Radiol* 2005; 15: 134-139.
 25. *Yovchev D*: A Case of Eagle Syndrome Diagnosed by CBCT. *Int J Sci Res* 2015; 4: 1433-1434.
 26. *Bożyk A, Krawczyk J, Wiktor-Stoma, Mieszkowski P, Borowicz J, Różyło-Kalinowska I*: Ocena wielkości wyrostka rylcowatego na podstawie badań CBCT. *Eur J Med Tech* 2014; 1: 29-37.
 27. *Różyło-Kalinowska I, Różyło TK*: Współczesna radiologia stomatologiczna. Lublin: Wydawnictwo Czelej; 2012.
 28. *Savranlar A, Uzun L, Ugur MB, Ozer T*: Three-dimensional CT of Eagle's syndrome. *Diagn Interv Radiol* 2005; 11: 206-209.
 29. *Shigematsu H, et al*: A case of styloid process syndrome with complete bilateral ossification of the stylohyoid ligament. *J Oral Maxillofacial Surg Med Pathol* 2012; 32: 1-4.
 30. *Subramaniam S, Majid MD*: Eagle's syndrome. *Med J Malaysia*. 2003; 58: 139-141.
 31. *da Costa RS, Fontanella VRC*: Anatomical Changes of the Styloid Process in a Brazilian Subpopulation. *J Dent Health Oral Disord Ther* 2014; DOI: 10.15406/jdhodt.2014.01.00006.
 32. *Chauhan S, Mohan V, Chauhan R*: Bilateral elongated styloid process – a case report. *J Dent Specialities* 2016; 4: 82-86.
 33. *Tanwar R, Chandrashekhar L, Iyengar AR, Nagesh KS, Subhash B*: Stylohyoid Ligament Syndrome – Solving the riddle with 3D Computed Tomography. *J Dent Sci Res* 2011; 2: 46-49.

Address: 20-081 Lublin, ul. Karmelicka 7

Tel.: +4881 5287970

e-mail: magdalena.piskorz@umlub.pl

Received: 9th October 2017

Accepted: 3rd June 2018