

Alicja Sroka

**Otwór łukowaty w kręgu szczytowym w obrazach
tomografii komputerowej u dzieci**

Rozprawa doktorska

Promotor: Prof. dr hab. med. Małgorzata Bruska

Katedra i Zakład Anatomii Prawidłowej Uniwersytetu Medycznego

im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Kierownik: Prof. dr hab. med. Małgorzata Bruska

Poznań 2020

Spis treści

I. Wstęp	3
II. Cele pracy	9
III. Materiał i metody	10
1. Materiał	10
2. Metody	12
IV. Wyniki	15
1. Rodzaje i liczba otworów łukowatych – charakterystyka	15
2. Analiza statystyczna	60
IV. Dyskusja	65
VI. Wnioski	72
VII. Streszczenie	73
VIII. Summary	75
IX. Literatura	77
X. Spis tabel i rycin	87
XI. Załączniki	91
Załącznik nr 1. Zgoda Komisji Bioetycznej, dotycząca prowadzenia badań naukowych	91
Załącznik nr 2. Liczba badanych pacjentów, stanowiących próbę reprezentatywną, z wyodrębnieniem grupy z otworami łukowatymi.	93

I. Wstęp

Badania dotyczące kręgosłupa sięgają czasów starożytnych, w których dokładnie opisano anatomię kręgosłupa oraz czynności i metody postępowania w przypadku jego uszkodzeń [118]. Obecnie stosowane metody obrazowania obejmują: radiogramy przeglądowe w projekcjach przednio-tylnej i bocznej - obrazujące układ kostny, badania tomografii komputerowej - TK (*Computed Tomography* - CT) - uściślające zmiany w strukturach kostnych oraz badania MRI (*Magnetic Resonance Imaging* – *rezonans magnetyczny*), przedstawiające więzadła, krążki międzykręgowe, rdzeń kręgowy i korzenie nerwów rdzeniowych [20, 41, 42].

Kręgosłup szyjny jest częścią szkieletu osiowego, który zapewnia stabilne oparcie dla głowy, umożliwiając jednocześnie jej znaczną ruchomość [11,112]. Kręgi szyjne C3-C7 mają budowę typowego kręgu, składającego się z trzonu i łuku kręgu z siedmioma wyrostkami oraz zawartego między nimi otworu kręgowego. Cechami charakterystycznymi, odróżniającymi je od pozostałych części kręgosłupa, są małe rozmiary oraz występowanie otworów wyrostków poprzecznych dla ochrony i przebiegu naczyń kręgowych [10, 112].

Najbardziej odmienne w swojej budowie są pierwszy (C1) i drugi (C2) kręgi szyjne, wyspecjalizowane w ruchach głowy i posiadające charakterystyczne cechy budowy zapewniające ruchomość w stawach szczytowo-potylicznym i szczytowo-obrotowym [11,83].

Pierwszy kręg szyjny (szczytowy lub C1) ma szczególne znaczenie w stosunku do pozostałych kręgów nie tylko odcinka szyjnego, ale całego kręgosłupa. Jest pomostem pomiędzy czaszką, a szkieletem osiowym, a jako jeden ze składników strukturalnych dwóch stawów głowy, stanowi znaczącą jednostkę morfologiczną. W związku z tym rozpatrywany jest on zarówno w aspekcie anatomiczno-antropologicznym i klinicznym, jak również rozwojowym [6,38,52,59,63,64].

Pomiary cefalometryczne wykazały korelację wymiarów kręgu C1 z morfologią twarzoczaszki, a w szczególności z kątem jej podstawy oraz kształtem i wzrostem żuchwy [5,93,99]. Związek ten opiera się na korelacji nadmiernej lordozy kręgosłupa szyjnego (w tym kręgu C1), z niedorozwojem wyrostka kłykciowego żuchwy [37,99] oraz z powiększającym się kątem podstawy czaszki [98,99]. Stwierdzono również jednoczesny wzrost kręgu szczytowego i kości gnykowej w wymiarze przednio-tylnym [6] oraz zależność pomiędzy rozwojem kręgu C1, a siodłem tureckim kości klinowej [32,92].

Ważną rolę odgrywają dołki stawowe górne kręgu szczytowego, które stanowią powierzchnie stawowe stawu szczytowo-potylicznego i wykazują dymorfizm płciowy [6,9,37,59,68,103]. Stwierdzono zmienność tych struktur w rozmiarze i kształcie w obrębie jednego kręgu [12,22,50,66,68,96], jak również korelację z rozmiarem tętnicy kręgowej i jej bruzdy, szczególnie po stronie lewej [68,87,107]. Zwrócono uwagę na dwuczęściowość powierzchni górnych dołków stawowych, kształtującą się w rozwoju ewolucyjnym człowieka [9].

Powyższe obserwacje mogą mieć znaczenie dla chirurgii szczękowej i ortopedii oraz mogą współistnieć z zaburzeniami funkcji stawu skroniowo-żuchwowego oraz z innymi wadami odcinka szyjnego kręgosłupa [6,99].

Głównymi składowymi całkowicie wykształconego pierwszego kręgu szyjnego są: łuki przedni i tylny z guzkami w linii pośrodkowej oraz parzyste części boczne z górnymi i dolnymi dołkami stawowymi, stanowiącymi części stawu szczytowo-potylicznego i szczytowo-obrotowego. Na powierzchni górnej łuku tylnego, u jego nasady, znajduje się bruzda tętnicy kręgowej, w której przebiega tętnica kręgowa wraz z towarzyszącymi żyłami i nerwowym splotem okołotętnicznym [7,10,72,101]. W niektórych przypadkach bruzdę tę zamyka przebiegający nad nią niekompletny lub kompletny mostek kostny tylny, tworząc krótki kanałik lub otwór [10,16,38]. Mostek kostny tylny pierwszy raz opisano w XIX wieku, czego dowodem są opracowania Allena z 1879 r. [4] oraz cytowana przez Tubbsa [105] praca Kimmerlego z 1930 roku.

Wielu autorów posługuje się alternatywnymi nazwami określającymi zarówno mostek, jak i utworzony przez niego otwór jako: *posterior ponticle*, *ponticulus posticus*, *arcuate foramen*, *foramen arcuale*, *canalis arteriae vertebralis*, *atlas bridging* [4,18,19, 22, 31, 38, 39,101,109].

W związku z wieloma określeniami, otwór utworzony przez mostek kostny tylny przebiegający nad bruzdą tętnicy kręgowej, w moich badaniach opisany będzie pod nazwą: otwór łukowaty (*foramen arcuatum*).

Wielu badaczy zwróciło szczególną uwagę na proces tworzenia się kręgu C1 oraz powstające w okresie rozwoju zaburzenia rozwojowe [36,64,110]. Rozwijające się metody obrazowania medycznego, głównie analizy obrazów w rekonstrukcji trójwymiarowej oraz przekroje seryjne wykonywane na zarodkach w poszczególnych stadiach ich rozwoju [35, 70,71,76,78] i płodach ludzkich [17,34,61,97,117], pozwalają na określenie wczesnych zmian rozwojowych pierwszego kręgu szyjnego zarówno w okresie prenatalnym, jak i postnatalnym [43,56,82,84,90,115].

Głównymi komponentami tworzącymi kręg C1 są: czwarty sklerotom potyliczny i pierwszy sklerotom szyjny, które tworzą tzw. połączenie czaszkowo-kręgowe [64,69,88]. Granica tego połączenia wyznaczona jest przez pierwszy nerw szyjny i pierwszą tętnicę międzyodcinkową [35,64,69,70,75,77].

W strukturze mezenchymatycznej tych sklerotomów wyróżnia się dwie strefy: luźnokomórkową (czaszkową) i gęstokomórkową (ogonową), pojawiające się w 5 tygodniu życia zarodka [35,64,69,88]. Kręg szczytowy powstaje więc na podłożu komórek mezenchymatycznych w 6 tygodniu (stadium 16 i 17) życia prenatalnego, z połączenia części dolnej sklerotomu czwartego (potylicznego) i ze strefy górnej pierwszego sklerotomu szyjnego [33,69].

Ze sklerotomu potylicznego, poprzez migrację komórek mezenchymy powstają części boczne i część górna łuków nerwowych (przyszłego łuku tylnego kręgu) oraz część przednia łuku przedniego [64,69,88]. Z pierwszego sklerotomu szyjnego rozwija się część dolna łuku tylnego kręgu C1 [64,70,71].

Proces chondryfikacji w mezenchymatycznym dotychczas kręgu C1 rozpoczyna się w 7 tygodniu życia zarodka w stadium 18 i 19 [24,26], czego wynikiem jest powstanie tzw. centrum (chrzęstny trzon) łuku przedniego [77,110], znajdującego się ku przodowi od zęba kręgu C2 [35,70] i oddzielonego od łuków nerwowych tkanką mezenchymatyczną [4,26]. W tym okresie rozwoju parzyste tętnice kręgowe są już ostatecznie wykształcone i biegną poziomo i tylnoprzyśrodkowo oraz powyżej części bocznych i łuków nerwowych kręgu szczytowego [13,25,75].

Proces kostnienia jest kwestią dyskusyjną i obserwowano jego początek w 8 tygodniu życia zarodka, w stadium 23 [42,56] lub w 10 i na początku 11 tygodnia okresu płodowego [97].

W okresie noworodkowym (od urodzenia do 1 miesiąca życia) kręgi C1 jest w większości chrzęstny. Pomiedzy kostniejącym centrum łuku przedniego, a obustronnie kostniejącymi łukami nerwowymi, otaczającymi grzbietową powierzchnię rdzenia kręgowego, występuje chrząstkozrost nerwowo-centralny [86].

Kostnienie tej struktury wiąże się przeważnie z całkowitą osyfikacją łuku przedniego kręgu C1, następującą u dzieci w wieku od 3 do 6 lat [4,56,82]. Dwie połowy łuków tylnych, początkowo są połączone w płaszczyźnie pośrodkowej mezenchymatyczną błoną łączącą grzbietową, a w późniejszym okresie chrząstkozrostem, kostniejącym w 3-5 roku życia [43,77,82].

Na skutek nieprawidłowego rozwoju prenatalnego, w pierwszym kręgu szyjnym mogą występować wady wrodzone [26,39,93,98,113], skutkujące różnymi dolegliwościami w postaci zaburzeń słuchu i równowagi oraz zespołów neurologicznych [112].

Należą do nich między innymi: obecność mostków kostnych bocznego [25,67,101,105] i tylnego [8,19,23,39,93] oraz asymilacja kręgu szczytowego z kością potyliczną [3,24,29,58,62,64,84], częściowy lub całkowity brak łuku tylnego lub przedniego [1,4,28,36,49,63,104], wrodzony brak jednej z części bocznych oraz rozszczep łuku tylnego [21,26,28,36,112], dodatkowe kostki zrosnięte z łukiem przednim lub tylnym [26,30], a także przerośnięcie łuku tylnego, którego skutkiem może być uszkodzenie szyjnego odcinka rdzenia kręgowego [4,46].

Znaczenie kliniczne występowania mostka tylnego i otworu łukowego było przedmiotem licznych badań. W związku z tym, wielu autorów opisuje częstość występowania otworu łukowego i sugeruje powiązanie jego obecności z zaburzeniami ze strony tętnicy kręgowej. Obecność tej struktury jest również istotna przy zabiegach chirurgicznych, wykonywanych w okolicy połączenia czaszkowo-szyjnego [7,13,16,19, 25,27,38,73,109,113].

W prawidłowym przebiegu, część tętnicy kręgowej wychodzi z otworu wyrostka poprzecznego kręgu C1 i w kierunku się do swojej bruzdy, ku tyłowi od części bocznych [3,38,60,72,105]. W tym odcinku tętnica kręgowa jest podatna na patologiczne uszkodzenia i zniekształcenia przez części kostne lub więzadłowe [101]. Występowanie mostka kostnego tylnego, zamykającego bruzdę w otwór łukowaty oraz różnice w wielkości tego otworu, mogą spowodować ucisk lub uszkodzenie naczynia. Prowadzi to do zaburzeń przepływu krwi w tętnicy kręgowej lub uszkodzenia ścian naczynia podczas ruchów rotacyjnych głowy i szyi [7,25,87,101,107,108]. Podobne uszkodzenia tętnicy odnotowuje się w wyniku interwencji kręglarskich (chiropraktyki) [60].

W przypadku obecności mostka obserwowano objawy spowodowane niedrożnością tętnicy kręgowej oraz zaburzeniami funkcji okołotętniczego splotu nerwowego [55,109]. Do objawów tych należą: zespół niewydolności kręgowo-podstawnej - objawiający się zawrotami i bólami głowy, migrena bez aury, migrena z aurą, podwójne widzenie, „syndrom Barre - Lieou” - reprezentujący objawy w postaci zaburzeń naczyniowych twarzy, nawracające zaburzenia wzroku, zaburzenia połykania i fonacji [19,54,81,109] .

Występowanie mostka kostnego tylnego, tworzącego otwór łukowaty badano również pod kątem procedur stabilizacyjnych, stosowanych w przypadku złamania lub pęknięcia kości w obrębie stawu szczytowo-obrotowego. Najczęściej opisywanym zabiegiem jest umocowanie śruby międzystawowej, łączącej dwa pierwsze kręgi szyjne C1-C2, w którym łuk tylny kręgu C1 jest wskazówką do jej umieszczenia [1,73,116].

W przypadku obecności mostka, zabieg może spowodować obrażenia struktur nerwowych i naczyniowych w tym rejonie, prowadzące do udaru, a nawet śmierci spowodowanej zakrzepicą, lub rozwarstwieniem tętnicy kręgowej [2,16,19,27,109].

Geneza otworu łukowego i mostka kostnego tylnego nie jest jednoznaczna. Istnieją kontrowersyjne hipotezy, dotyczące przyczyn powstania tych struktur. Wielu autorów próbowało wytłumaczyć powstanie tej zmienności wskazując na pochodzenie filogenetyczne, ontogenetyczne oraz na czynniki mechaniczne [38].

Jednym z twórców teorii filogenetycznej jest Yamamoto [114], który w swoich badaniach wykazał, że kompletny mostek tylny jest normalną strukturą u japońskich makaków. Hipotezę tę uzupełniono twierdzeniem, że występuje on także u innych małp i u zwierząt niższych [38] oraz wykazuje trendy polimorficzne i ewolucyjne zarówno u zwierząt, jak i u ludzi. Z powyższych danych wynika, że cecha ta ma charakter różnogatunkowy [53].

Jedna z hipotez, popierana przez większość badaczy, wyjaśnia ukształtowanie otworu łukowego przez kostnienie błony szczytowo-potylicznej tylnej w całości [18,101] lub tylko częściowo jej włókien dolno-bocznych, określonych jako więzadło szczytowo-potyliczne skośne [38,105].

Sugerowano również, że otwór łukowaty może występować jako dodatkowy otwór wyrostka poprzecznego [101], ewentualnie jest pozostałością proatlasu, zwanego kręgiem potylicznym [65].

Na tworzenie się otworów łukowatych mogą mieć wpływ zewnętrzne czynniki mechaniczne, jak na przykład noszenie ciężkich przedmiotów na głowie [101]. Potwierdzono to badaniami biomechanicznymi, wykazującymi wysoką koncentrację nacisku na łuk przedni i tylny kręgu szyjnego. Są to również czynniki wpływające na ergonomię stawu szczytowo-potylicznego [37,68,96,98,103]. Stwierdzono występowanie otworu łukowego całkowitego zarówno u ludzi pracujących fizycznie, jak i u osób wykonujących pracę nie wymagającą użycia siły mięśni [101].

II. Cele pracy

Pierwszy kręg szyjny posiada cechy budowy anatomicznej odróżniające go od pozostałych kręgów. Kształtowanie się tego kręgu następuje jeszcze w okresie pourodzeniowym, co może być przyczyną powstawania dodatkowych struktur morfologicznych, jakimi są mostki kostne. Mostki te mogą powodować tworzenie się otworów w pierwszym kręgu szyjnym, dlatego też postanowiono przeprowadzić badania, których celem było:

1. Wykazanie częstości występowania otworu łukowego pierwszego kręgu szyjnego, na podstawie obserwacji dzieci polskich w wieku od 1 miesiąca do 18 lat.
2. Przeprowadzenie analiz statystycznych:
 - korelacja z wiekiem i płcią,
 - umiejscowienie w badanym kręgu,
 - porównanie częstości występowania w populacji polskiej z populacjami innych krajów (na podstawie danych literaturowych).
3. Wykazanie współzależności obecności otworów łukowatych z objawami klinicznymi, występującymi w badanej grupie pacjentów.

III. Materiał i metody

1. Materiał

Przedmiotem badań był pierwszy kręg szyjny, podlegający ocenie w kontekście zmian występujących w jego budowie anatomicznej. Szczególną uwagę zwrócono na części boczne (zwłaszcza na dołki stawowe górne) i łuk tylny kręgu szczytowego. Między wymienionymi elementami, w niektórych przypadkach, pojawia się częściowo lub całkowicie skostniały mostek kostny tylny. Struktura ta tworzy ograniczenie tzw. otworu łukowatego (*foramen arcuatum*).

Obserwacje przeprowadzono na losowo wybranej próbie reprezentatywnej 1035 dzieci w wieku od 1 miesiąca do 18 lat. Materiał do badań uzyskano z bazy danych PACS (*Picture Archiving and Communication System*), w Zakładzie Radiologii Pediatricznej Szpitala Klinicznego im. Karola Jonschera Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu. Badania wykonano w latach 2014-2017.

Na podstawie retrospektywnej analizy obrazów tomografii komputerowej głowy i szyi (z plików DICOM - *Digital Image and Communication in Medicine*), dokonano oceny częstości występowania otworu łukowatego w pierwszym kręgu szyjnym.

Ocenie podlegały zdjęcia pozyskane techniką odwzorowania objętości – 3D VRT (*3 Dimensional Volume Rendering Technique*) oraz w rekonstrukcji wielopłaszczyznowej 2D MPR (*2 Dimensional Multiplanar Reconstruction*), w której obrazy obserwowane były w płaszczyźnie strzałkowej i poprzecznej.

Wykorzystane zdjęcia tomografii komputerowej wykonane były przy użyciu 128-rzędowego aparatu Somatom Definition AS+ (firmy Siemens) i oceniano je jako przetworzone w tzw. oknie lub algorytmie kostnym, o grubości warstw 1 mm w obrazowaniu MPR. Z badań wykluczono osoby z urazami okolicy stawu szczytowo-potylicznego.

Na podstawie dostępnej bazy danych pacjentów, obserwacje poszerzono o wywiad kliniczny, będący powodem podjętej diagnostyki szpitalnej dzieci, u których stwierdzono występowanie otworów łukowatych.

2. Metody

W przedstawionej pracy dokonano opisu i rejestracji częstości występowania otworu łukowatego kręgu C1 (pierwszego kręgu szyjnego lub szczytowego) u dzieci, jako cechy niemetrycznej, czyli opisowej. Dokonano zgrupowania pojedynczych obserwacji, a także klasyfikacji typów otworu na podstawie stopnia kostnienia mostka kostnego tylnego, tworzącego badany otwór, przebiegającego od dołka stawowego górnego do łuku tylnego kręgu szczytowego.

Zebrane informacje w postaci danych liczbowych i wskaźników przedstawiono zarówno w tabelach opisowo-analitycznych jak i w formie graficznej. W badaniach uwzględniono liczbę otworów łukowatych oraz liczbę dzieci, posiadających badaną cechę, z podziałem na płeć i wiek. W związku z tym, że liczba otworów i liczba dzieci to osobne próby statystyczne, obliczenia procentowe wykonano również na dwóch poziomach: a) struktury lub populacyjnym (otwory łukowate) i b) osobniczym (dzieci). Wszystkie wskaźniki obliczono według ogólnej zasady, dzieląc mniejszą wartość przez większą i mnożąc uzyskany wynik przez 100.

Obliczenia na poziomie struktury miały na celu wykazanie procentowego udziału otworów łukowatych jako obserwowanej zmiennej cechy anatomicznej. Wskaźnik procentowego udziału wszystkich otworów łukowatych występujących w badanej populacji obliczony został w stosunku do próby reprezentatywnej 1035 badanych dzieci (według wzoru: $x/n \times 100$, gdzie: x = liczba badanej cechy, n = ogólna liczba obserwacji).

Natomiast wskaźniki procentowego udziału poszczególnych typów otworów łukowatych obliczono w stosunku do liczby wszystkich otworów ($x/n \times 100$, gdzie: x = liczba otworów jednego typu, n = ogólna liczba otworów).

Obliczenia na poziomie osobniczym miały na celu przedstawienie ogólniejszego spojrzenia na tematykę badawczą niniejszej pracy. Dotyczyły one procentowego udziału dzieci, posiadających badaną cechę. W tym przypadku, procent dzieci, posiadających badaną cechę obliczono według wzoru: $x/n \times 100$, gdzie: x = liczba dzieci z otworami łukowatymi, n = próba reprezentatywna.

W dalszym postępowaniu, zbiór danych, obrazujących występowanie otworów łukowatych, poddano analizie statystycznej przy zastosowaniu poniżej wymienionych testów.

1. Test Chi-kwadrat (χ^2 lub χ^2) Pearsona dla określenia korelacji między częstością występowania otworu łukowatego, a grupami wiekowymi i płcią (program Cytel Studio version 10.0.0 2013).
2. Test Fishera Freemana Haltona dla stwierdzenia korelacji między obecnością otworu łukowatego, a wiekiem i płcią, w przypadku występowania wartości zerowych (program Statistica 10.0.).
3. Test Chi-kwadrat dla trendu - zastosowano w celu sprawdzenia istnienia istotnego trendu w usytuowaniu otworu łukowatego całkowitego po stronie prawej, lewej i obustronnie w grupach wiekowych (program Cytel Studio version 10.0.0 2013).
4. Test dla dwóch wskaźników struktury, w celu sprawdzenia różnic procentowego występowaniem otworu łukowatego pomiędzy populacją polską, a populacjami innych krajów na podstawie danych literaturowych (program Cytel Studio version 10.0.0 2013).

Wyniki obliczeń statystycznych przy zastosowaniu powyższych testów pozwoliły uzyskać p-wartości, oznaczające prawdopodobieństwo wystąpienia zależności lub różnicy obserwowanej cechy przez porównanie tych wartości z założonym w tej pracy poziomem istotności statystycznej, który wynosi $\alpha=0.05$. Wyniki testów z poziomem istotności $p<0.05$ uznano za istotne statystycznie.

W celu dokładniejszego wykazania związku między badaną populacją dzieci polskich, a populacjami innych krajów, dla testu czwartego zastosowano poprawkę na porównania wielokrotne Bonferroniego (α/n , gdzie: $\alpha = 0.05$, n = liczba porównywanych populacji), co obniżyło poziom istotności do $\alpha = 0.004$.

IV. Wyniki

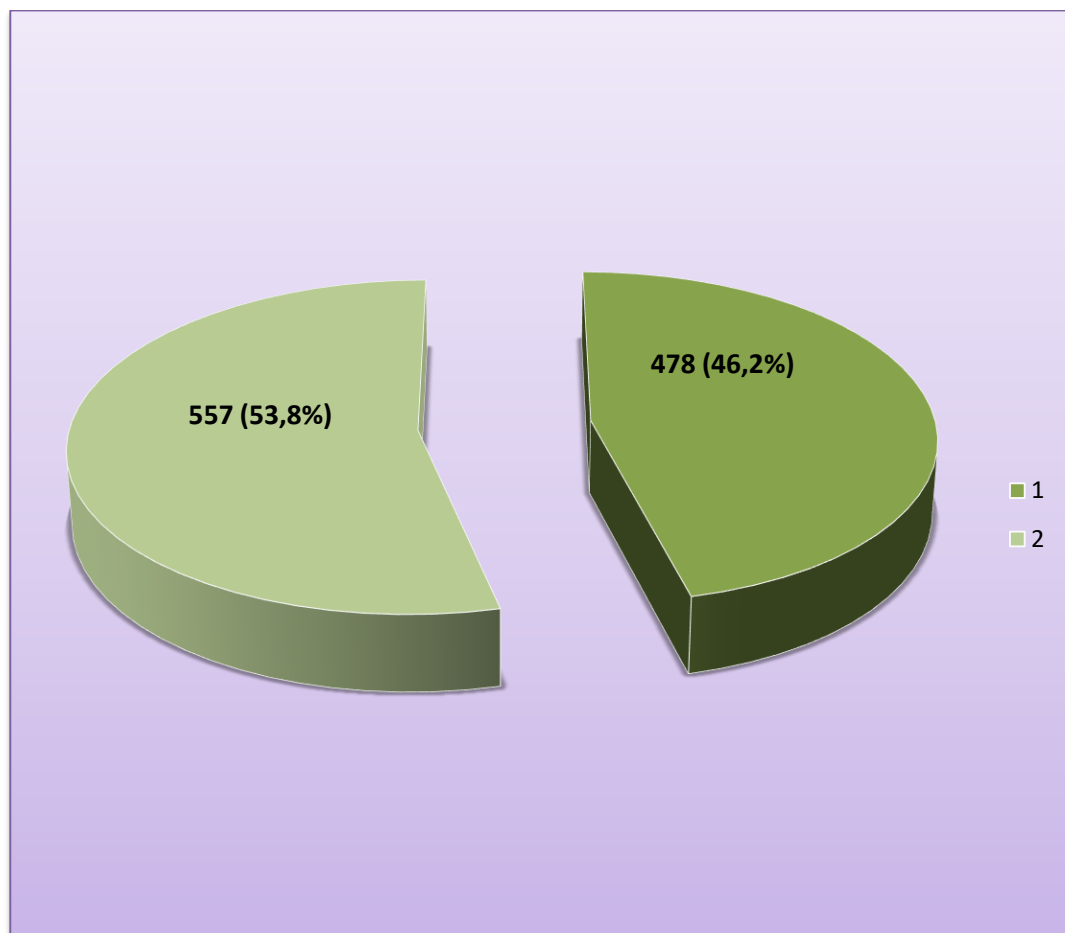
1. Rodzaje i liczba otworów łukowatych – charakterystyka

Według przyjętych zasad, prowadzenie badań anatomicznych dotyczących częstości występowania różnego rodzaju cech osobniczych w populacji, polega na określeniu ich wewnątrzgrupowej różnorodności.

W przeprowadzonych badaniach, dokonano obserwacji i analizy indywidualnej odmiany anatomicznej, pojawiającej się w łuku tylnym pierwszego kręgu szyjnego w postaci tzw. otworu łukowatego (*foramen arcuale*). Otwór ten rozpatrywany był w kontekście cechy jakościowej, co oznacza, że cecha ta podlegała tylko opisowi, bez zastosowania pomiarów.

Występowanie otworu łukowatego jest całkowicie skorelowane z obecnością mostka kostnego tylnego oraz ze stopniem jego osyfikacji. Mostek kostny tylny przebiega od dołka stawowego górnego do łuku tylnego nad bruzdą tętnicy kręgowej, zamykając tym samym całkowicie lub częściowo tę bruzdę w badany otwór łukowaty.

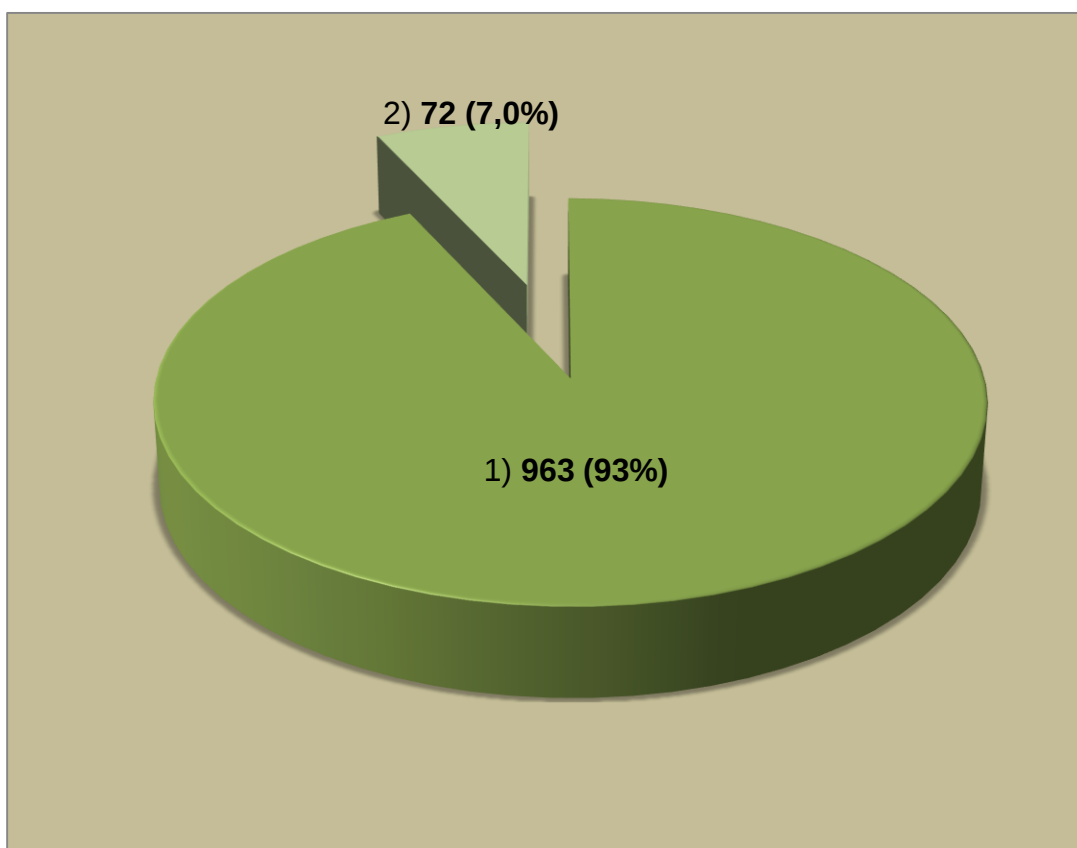
Dokonano przeglądu zdjęć tomografii komputerowej 1035 losowo wybranych dzieci (557 chłopców – 53.8% i 478 dziewcząt – 46.2%), w wieku od 1 miesiąca życia do 18 lat (średnia wieku – 12,95 lat $\pm 3,51$), co stanowiło próbę reprezentatywną hospitalizowanych pacjentów. Wyselekcjonowanie takiej grupy umożliwiło rejestrację obecności badanej cechy u dzieci obu płci oraz w różnym wieku (ryc.1).



Ryc.1. Podział ogólnej liczby 1035 badanych dzieci na płeć

1. płeć żeńska 2. płeć męska.

Pozwoliło to następnie na wyodrębnienie tzw. grupy badanej 72 pacjentów (średnia wieku 9,88 lat $\pm$ 4,80), w której stwierdzono obecność obserwowanej zmienności anatomicznej, podlegającej w dalszym postępowaniu dokładniejszej analizie (ryc.2).



Ryc.2. Ogólne zestawienie liczby wszystkich badanych dzieci z otworami łukowatymi oraz nie posiadających tych otworów

1. liczba dzieci bez otworów 2. liczba dzieci z otworami łukowatymi.

W wyniku przeprowadzonych obserwacji stwierdzono występowanie dwóch typów otworów łukowatych: całkowitego i częściowego. W związku z tym dalsze opracowania dotyczyły kilku aspektów, w których opisano:

- otwory łukowate, ich typy i topografię oraz liczbę w badanej próbie,
- liczbę dzieci z otworami łukowatymi,
- porównanie liczby otworów łukowatych (poziom struktury), z liczbą dzieci posiadających tę odmianę anatomiczną (poziom osobniczy), z podziałem na płeć i grupy wiekowe,
- związek między obecnością otworów łukowatych, a stopniem skostnienia chrząstkozrostów łączących części kręgu C1,
- objawy kliniczne, związane z obecnością otworów łukowatych,
- opis tworzenia się otworu łukowatego całkowitego u jednego pacjenta, jako przykład cechy jakościowej, powstającej w rozwoju ontogenetycznym.

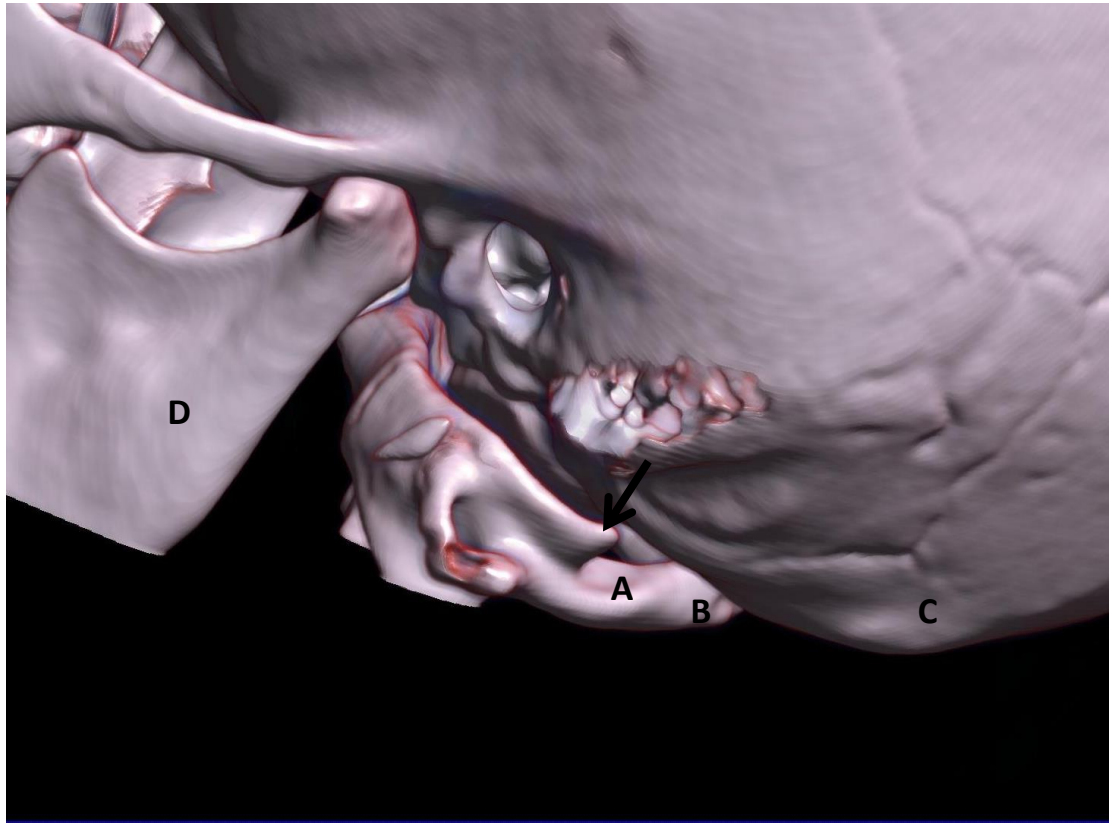
Analizując aspekt, dotyczący typów otworów łukowatych, obserwowano tę cechę w dwóch postaciach anatomicznych jako:

- 1) otwór łukowaty całkowity - zamknięty przez mostek kostny tylny, łączący się z łukiem tylnym kręgu C1 oraz
- 2) otwór łukowaty częściowy - kiedy mostek kostny nie łączył się z łukiem tylnym kręgu i był tylko częściowo rozwinięty (skostniały), co oznacza, że obejmował bruzdę tętnicy kręgowej w ok. $\frac{3}{4}$ (ponad 50%) jej długości.

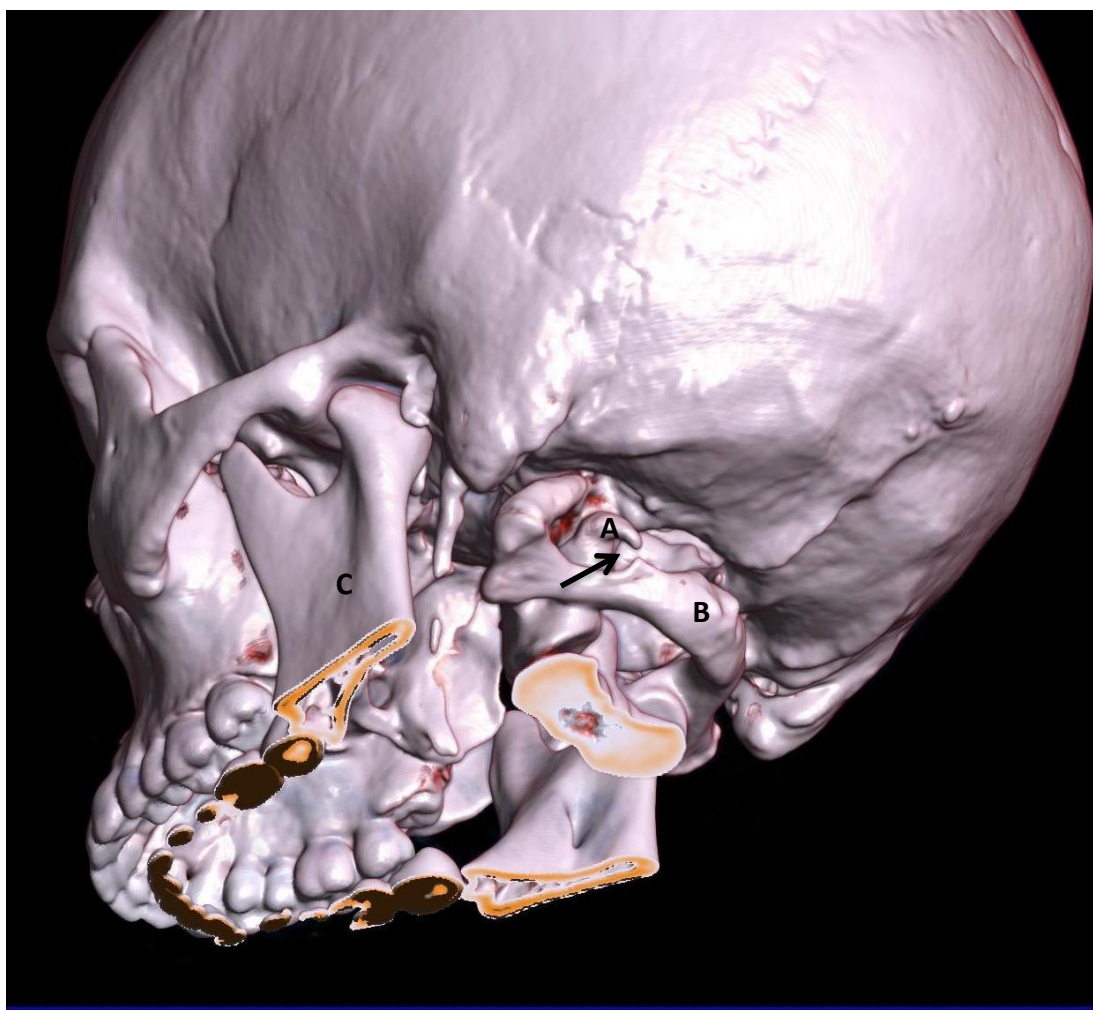
Powyższe klasyfikacje wymienionych typów otworów zostały udokumentowane na zdjęciach tomografii komputerowej (ryc.3-6). Rycina 3. przedstawia prawidłową budowę anatomiczną kręgu szczytowego w okolicy połączenia czaszkowo-szkieletowego u 4-letniego chłopca.

Otwór łukowaty częściowy i tworzący go mostek kostny tylny, przebiegający nad bruzdą tętnicy kręgowej, widoczny jest u 18-letniej dziewczynki (ryc.4). Dla pełniejszego obrazu, u 8-letniego chłopca przedstawiono otwór łukowaty częściowy, z rekonstrukcją tętnicy kręgowej (ryc.5).

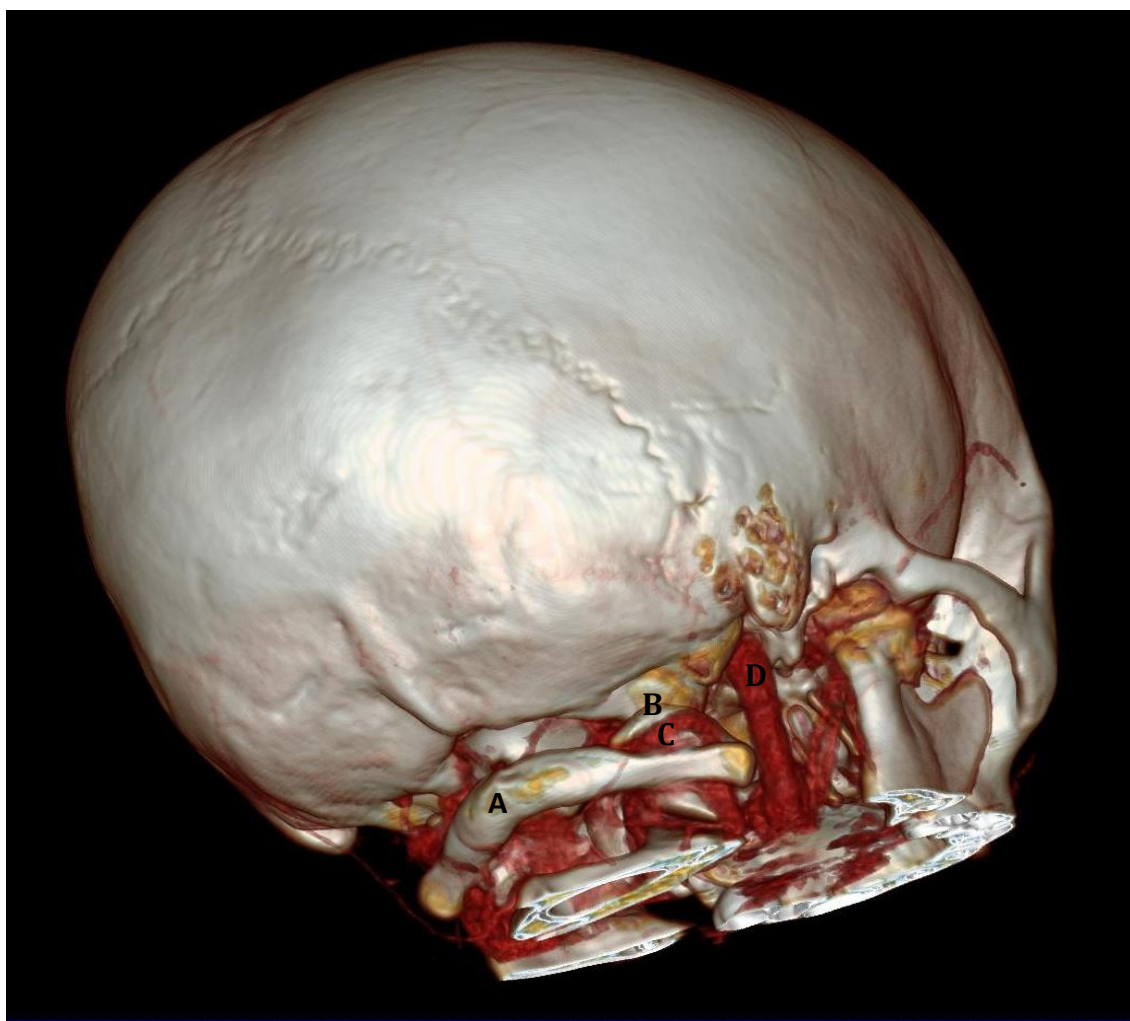
Otwór łukowaty całkowity, zamknięty przez mostek kostny tylny zarejestrowano u 12-letniej dziewczynki (ryc.6).



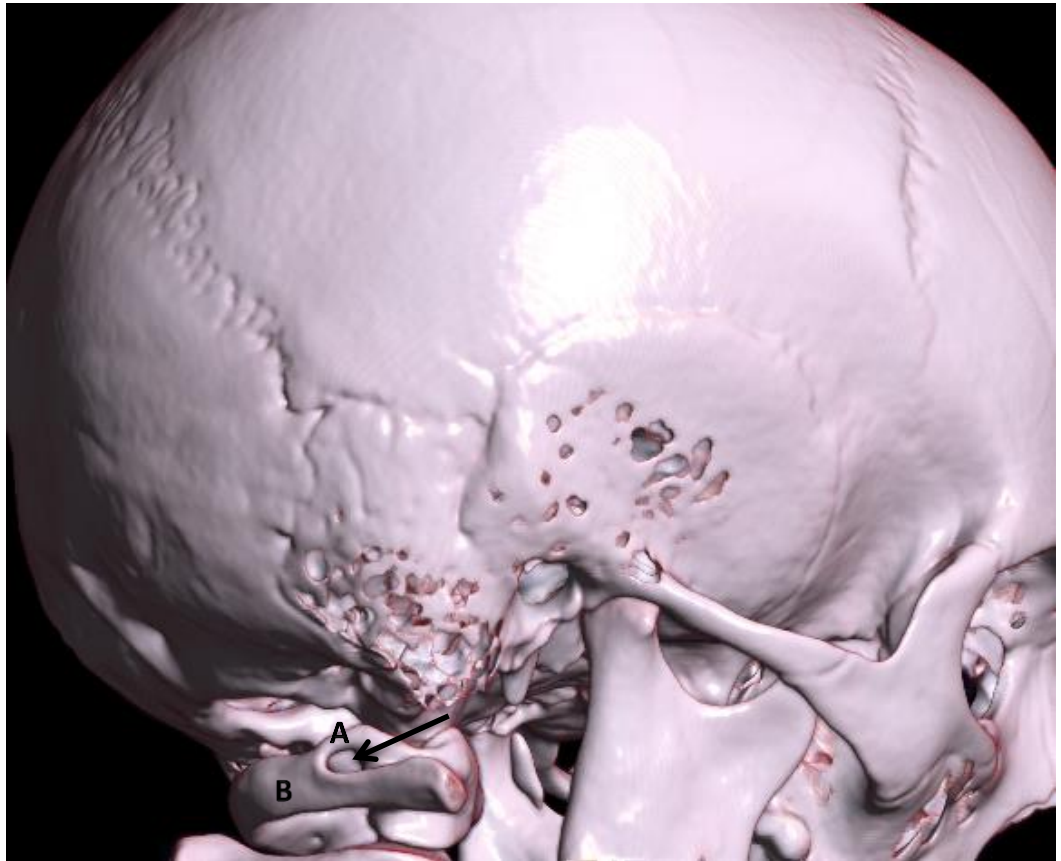
Ryc.3. Czaszka i pierwszy kręg szyjny 4-letniego chłopca; obraz TK w rekonstrukcji 3D (VRT), przedstawiający łuk tylny kręgu szczytowego bez otworu łukowatego. Dołek stawowy górny lewy kręgu C1 (strzałka), A - bruzda tętnicy kręgowej, B - łuk tylny kręgu C1, C - łuska kości potylicznej, D - gałąź żuchwy.



Ryc.4. Czaszka i pierwszy kręg szyjny dziewczynki w wieku 18 lat, w obrazie TK w rekonstrukcji 3D (VRT). Otwór łukowaty częściowy lewy (strzałka), A – mostek kostny tylny częściowy, B – łuk tylny kręgu C1, C – gałąź żuchwy.



Ryc.5. Czaszka i kręgi C1 8-letniego chłopca, w obrazie TK w rekonstrukcji 3D (VRT). A – łuk tylny kręgu szczytowego, B – mostek kostny tylny częściowy prawy, C – tętnica kręgowa prawa, D – tętnica szyjna wewnętrzna.

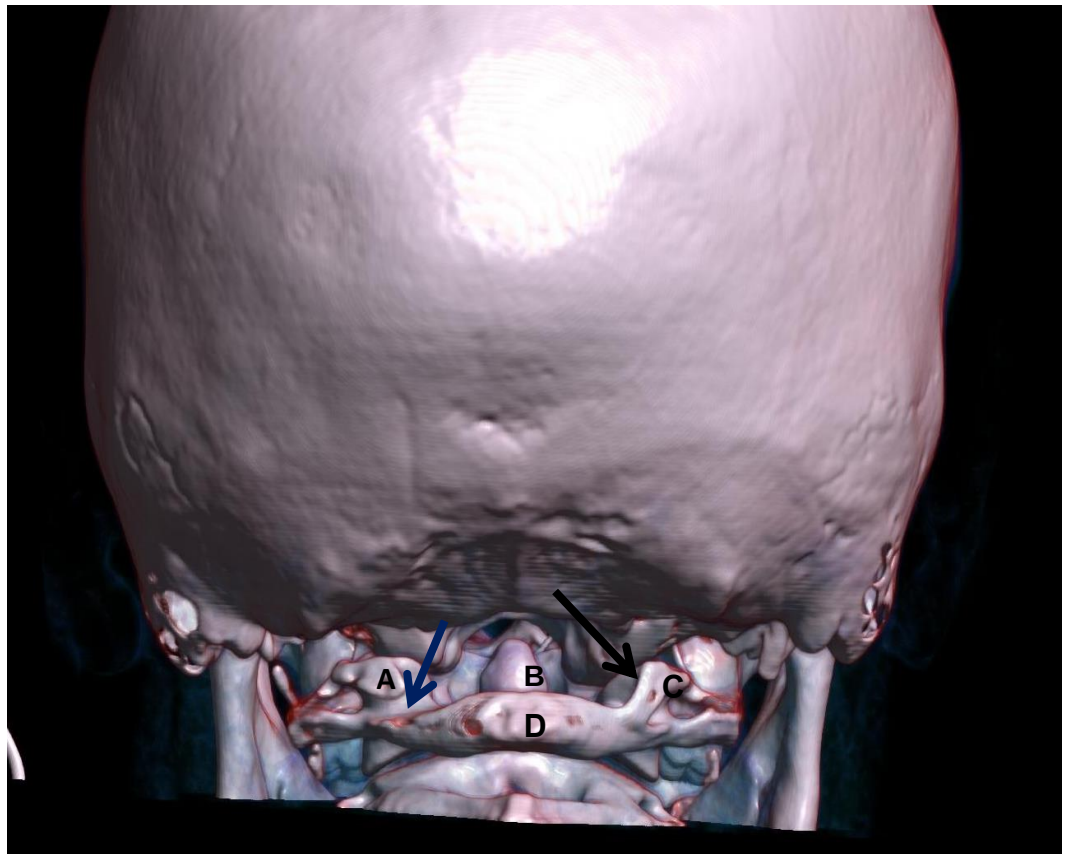


Ryc.6. Czaszka i pierwszy kręg szyjny u dziewczynki w wieku 12 lat, w obrazie TK w rekonstrukcji 3D (VRT). Otwór łukowaty całkowity prawy (strzałka), A – mostek kostny tylny całkowity kręgu C1, B - łuk tylny kręgu C1.

W następnej kolejności określono położenie otworów łukowatych:

- 1) tylko po jednej stronie kręgu (prawej lub lewej) w postaci otworu całkowitego lub częściowego (ryc.4,6),
- 2) po obu stronach jednocześnie (w jednym kręgu), jako: otwór całkowity i otwór częściowy (ryc.7), oraz po dwa otwory całkowite, lub dwa otwory częściowe.

Wyniki badań przedstawione zostały w zbiorczej tabeli I., w której wykazano ogólne zestawienie liczby dwóch typów otworów łukowatych – całkowitego i częściowego, uporządkowanych według płci i wieku oraz miejsca ich występowania (tylko po stronie prawej, tylko po lewej lub obustronnie) w pierwszym kręgu szyjnym.



Ryc.7. Czaszka i pierwszy kręg szyjny u 12-letniego chłopca, w obrazie TK w rekonstrukcji 3D (VRT). A - mostek kostny tylny częściowy, tworzący otwór łukowaty częściowy (strzałka niebieska), B - ząb drugiego kręgu szyjnego, C - mostek kostny tylny całkowity, tworzący otwór łukowaty całkowity (strzałka czarna), D - łuk tylny kręgu C1.

Tabela I. Występowanie otworu łukowatego całkowitego i częściowego w grupie 1035 badanych dzieci od 1 miesiąca – 18 lat.

P – prawa strona kręgu C1, L - lewa strona kręgu C1.

Lp.	Wiek w latach	Płeć M- męska K- żeńska	Otwór łukowaty całkowity		Otwór łukowaty częściowy	
			strona		strona	
			P	L	P	L
1.	4	K				X
2.	5	M			X	
3.	5	M				X
4.	5	M				X
5.	5	M	X	X		
6.	7	M				X
7.	7	K	X	X		
8.	8	M			X	
9.	8	M			X	
10.	8	M		X		
11.	8	M	X	X		
12.	8	M	X	X		
13.	8	M	X	X		
14.	10	M	X			
15.	10	M		X		
16.	11	K	X			X
17.	12	M				X
18.	12	M	X			X
19.	12	M	X			X
20.	12	M		X	X	
21.	12	M		X		
22.	12	M		X		
23.	12	K	X			
24.	12	K		X		
25.	12	K			X	
26.	13	M	X	X		
27.	13	M	X	X		
28.	13	M		X		
29.	13	M	X	X		
30.	13	K		X	X	
31.	13	K		X		
32.	13	K	X	X		
33.	14	M				X
34.	14	M				X
35.	14	M			X	
36.	14	M			X	
37.	14	M				X
38.	14	M				X
39.	14	M	X			

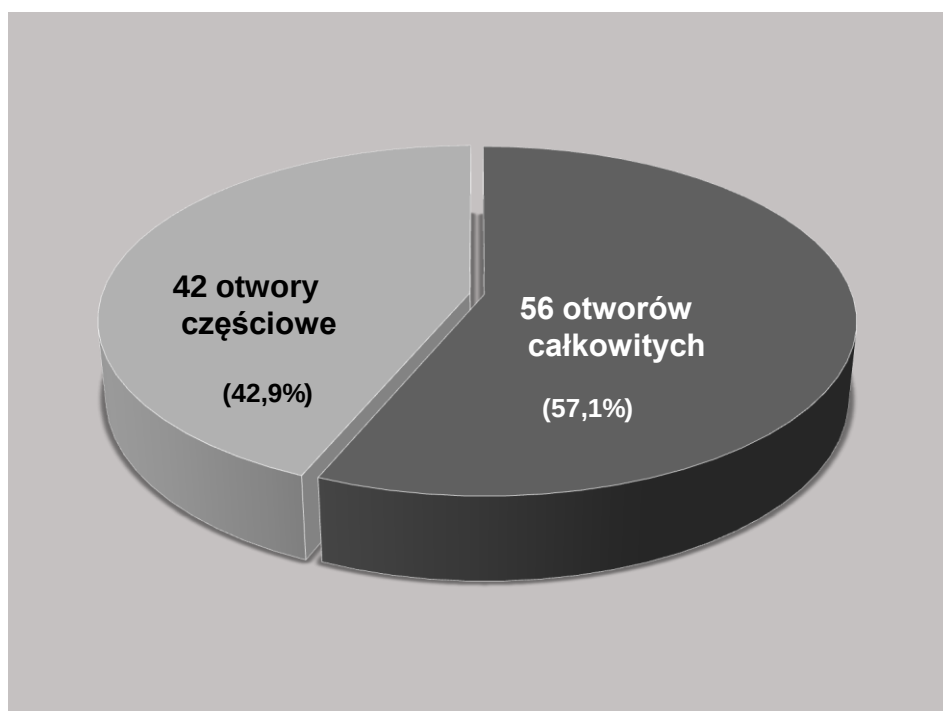
Tabela I. Występowanie otworu łukowatego całkowitego i częściowego w grupie 1035 badanych dzieci od 1 miesiąca – 18 lat (ciąg dalszy).

P – prawa strona kręgu C1, L - lewa strona kręgu C1.

Lp.	Wiek w latach	Płeć M- męska K- żeńska	Otwór łukowaty całkowity		Otwór łukowaty częściowy	
			strona		strona	
			P	L	P	L
40.	14	M	X	X		
41.	14	K			X	
42.	14	K	X			
43.	14	K		X	X	
44.	15	M			X	
45.	15	M			X	
46.	15	M			X	
47.	15	M		X	X	
48.	15	M	X			
49.	15	M		X	X	
50.	15	M		X		
51.	15	K				X
52.	15	K	X	X		
53.	16	M			X	
54.	16	M				X
55.	16	M			X	
56.	16	M			X	X
57.	16	M	X	X		
58.	16	M		X		
59.	16	K				X
60.	16	K				X
61.	16	K			X	
62.	16	K		X		
63.	16	K		X		
64.	16	K	X			
65.	16	K	X	X		
66.	17	M			X	X
67.	17	M			X	X
68.	17	M	X	X		
69.	17	M	X	X		
70.	17	K			X	
71.	17	K				X
72.	18	K	X			
Razem		M=48 K =24	25 (25,5%)	31 (31,6%)	22 (22,4%)	20 (20,4%)

Dane liczbowe oraz wskaźniki procentowe z tabeli I. stanowiły podstawę do dalszych szczegółowych analiz i obliczeń statystycznych.

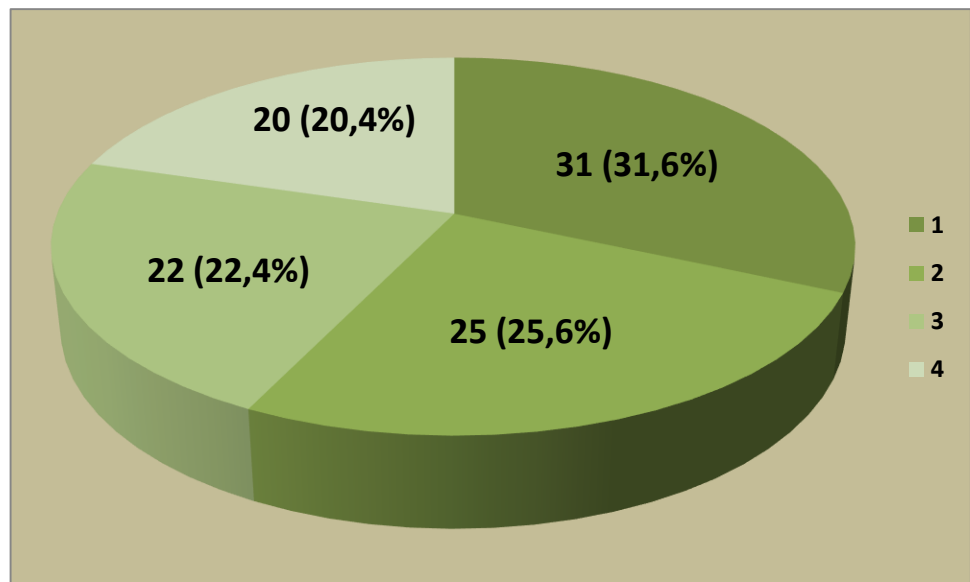
W pierwszej kolejności opracowane zostały dane liczbowe, dotyczące częstości występowania otworów łukowatych (poziom struktury). W grupie badanej 72 dzieci, stwierdzono 98 otworów łukowatych, z których wyodrębniono: 56 otworów łukowatych całkowitych i 42 otwory łukowate częściowe. Oba typy otworów umiejscowione były po jednej stronie lub obustronnie w kręgu szczytowym (ryc.8).



Ryc.8. Podział 98 otworów łukowatych na dwa typy : całkowite i częściowe, występujące jednostronnie i obustronnie w kręgu szczytowym.

Kolejnym etapem interpretacji danych liczbowych, była segregacja 98 otworów łukowatych, pod kątem ich lokalizacji (ryc.9) i stwierdzono występowanie:

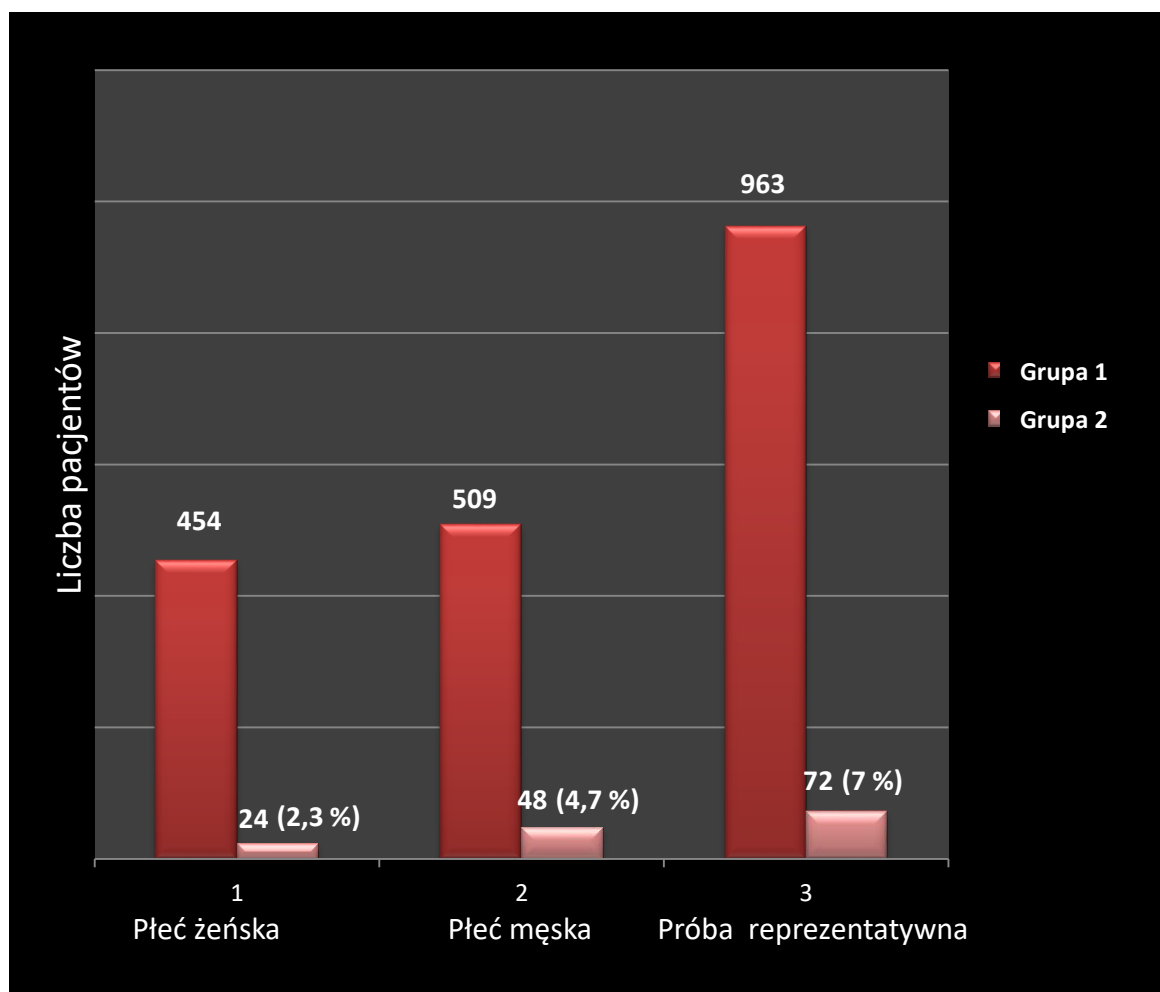
- 31 otworów całkowitych po stronie lewej - co stanowiło 31,6% wszystkich otworów,
- 25 otworów całkowitych po stronie prawej - 25,6%,
- 22 otwory częściowe po stronie prawej - 22,4%,
- 20 otworów częściowych po stronie lewej - 20,4%.



Ryc.9. Miejsce i liczba występowania otworów łukowatych w kręgu C1.

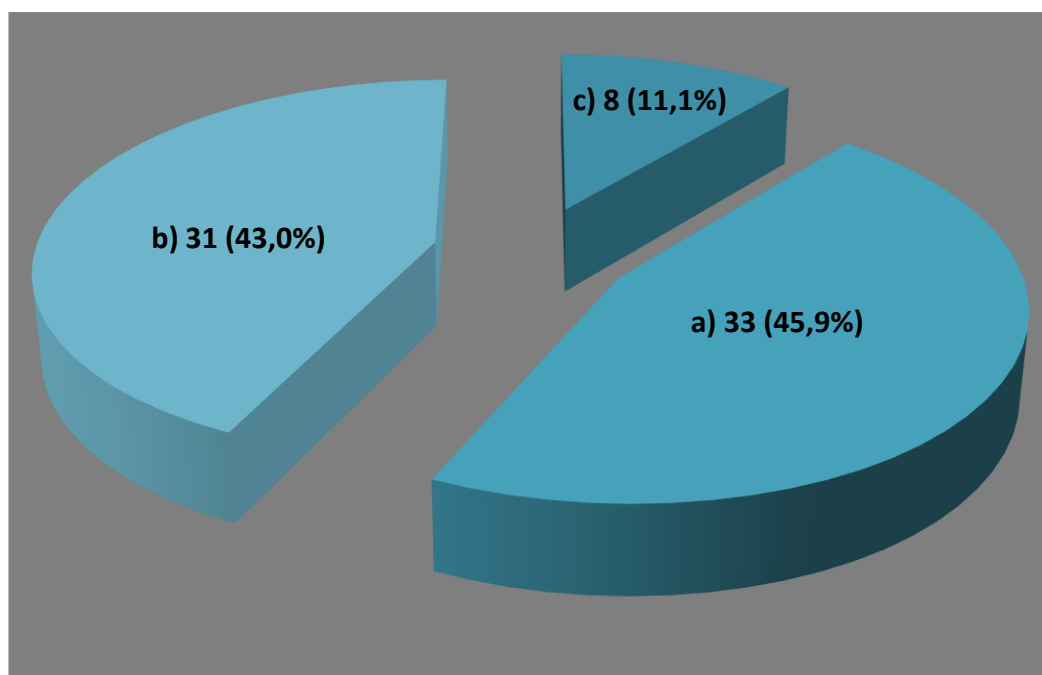
1. otwory całkowite po stronie lewej kręgu C1,
2. otwory całkowite po stronie prawej,
3. otwory częściowe po stronie prawej,
4. otwory częściowe po stronie lewej.

Następnie zanalizowano poprzednio uzyskane wyniki pod kątem liczby dzieci z otworami łukowatymi, z podziałem na płeć (ryc.10) i kształtują się one następująco: z ogólnej liczby 1035 osób, u 963 dzieci - 509 chłopców i 454 dziewcząt nie stwierdzono badanej cechy (grupa 1), natomiast u 72 osób (7 %) - w 48 przypadkach u płci męskiej (stanowiącej 4,7 % próby reprezentatywnej) i w 24 przypadkach - u płci żeńskiej (2,3 %) otwory łukowate występowały pod dwoma postaciami (grupa 2).



Ryc.10. Porównanie liczby 1035 obserwowanych dzieci z podziałem na płeć: grupa 1 (kolor czerwony) - przypadki bez otworów łukowatych, grupa 2 (kolor różowy) - z otworami łukowatymi
1. płeć żeńska, 2. płeć męska, 3. próba reprezentatywna.

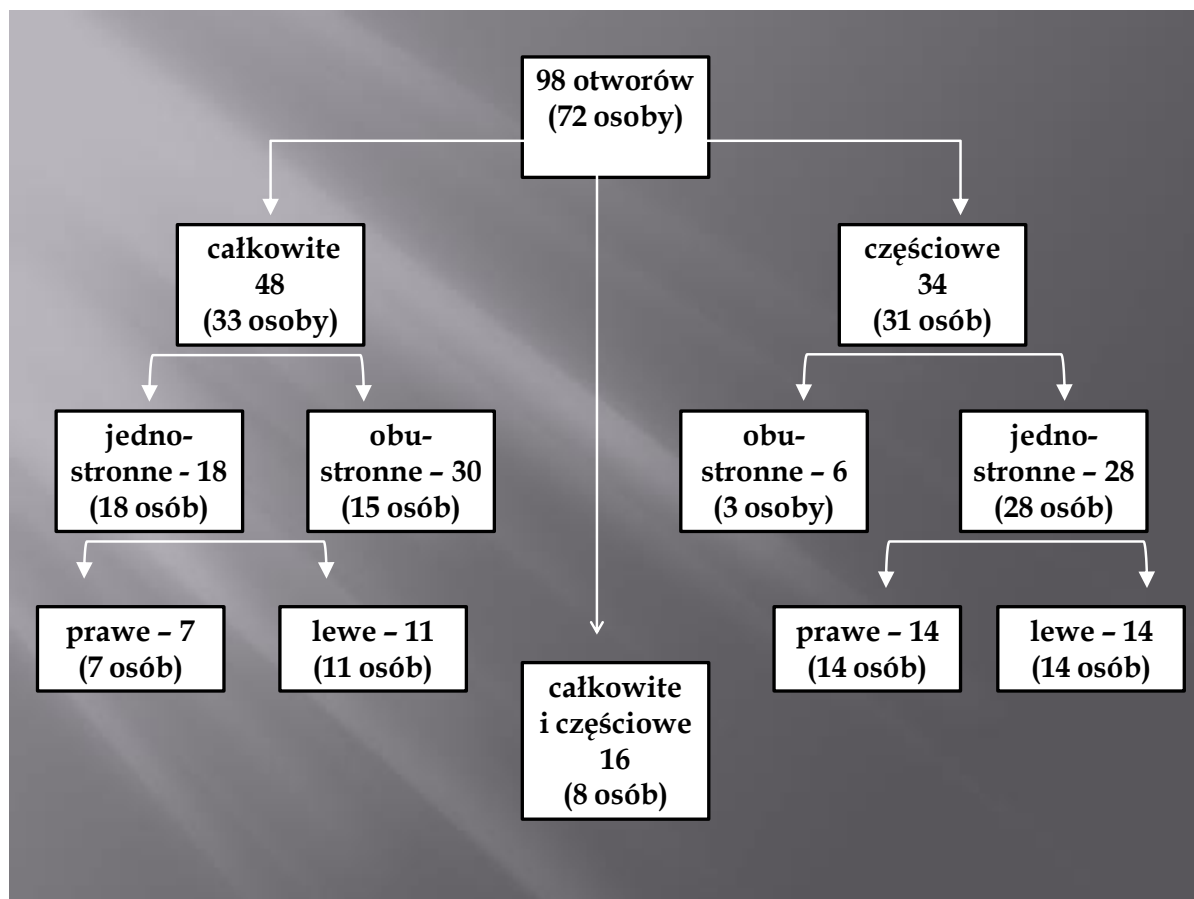
Rozważania na poziomie osobniczym, odzwierciedla rycina 11. Obrazuje ona liczbę dzieci z dwoma typami otworów łukowatych jednostronnych lub obustronnych, z uwzględnieniem jednoczesnego występowania dwóch typów otworów (całkowitego i częściowego) w jednym kręgu (odsetek tych pacjentów obliczono w stosunku do liczby 72 osób, z badaną cechą).



Ryc.11. Liczba dzieci z wszystkimi otworami łukowatymi a) otwory całkowite jednostronne i obustronne, b) otwory częściowe jednostronne i obustronne, c) otwory: całkowity i częściowy, występujące jednocześnie po obu stronach kręgu szczynowego.

Zestawienie wykazujące rozkład ilości otworów – ich typów i usytuowania oraz liczbę dzieci posiadających badaną cechę, przedstawia się następująco: w 72 przypadkach, odnotowano obecność 98 otworów łukowatych, w tym:

- w 33 przypadkach - zaobserwowano w sumie 48 otworów łukowatych całkowitych, w tym: u 18 osób otwory występowały tylko po jednej stronie kręgu C1, natomiast 15 osób posiadało 30 otworów obustronnych (występujących w jednym kręgu C1),
- w 31 przypadkach - występowały w sumie 34 otwory łukowate częściowe, w tym: u 28 osób tylko po jednej stronie kręgu szczytowego, u 3 osób stwierdzono obecność 6 otworów łukowatych obustronnych,
- w 8 przypadkach, suma otworów łukowatych całkowitych i częściowych, występujących w jednym kręgu wynosiła 16 (ryc.12).



Ryc.12. Zestawienie liczby i miejsca występowania otworów łukowatych oraz liczby osób z tymi otworami, w pierwszym kręgu szyjnym.

Dla dokładniejszej orientacji rozkładu otworów łukowatych, jako zmienności osobniczej wewnątrzgrupowej, przeprowadzono kolejne weryfikacje wyników. Wzorując się na badaniach Geista i wsp. [31], dokonano podziału dzieci posiadających badaną cechę na: płeć i trzy grupy wiekowe.

W grupach wiekowych uwzględniono trzy okresy:

- 1) poprzedzający dojrzewanie - od 1 miesiąca (M) do 10 roku życia (średnia wieku – 5,5 lat) - I grupa,
- 2) wczesnego dojrzewania -11-13 lat (średnia wieku 12,0 lat) - II grupa,
- 3) późnego dojrzewania lub po dojrzewaniu – 14 -18 lat (średnia wieku 15,6 lat) - III grupa.

Wyniki posegregowano w poniżej przedstawionych tabelach II-XIII. Przetwarzanie danych liczbowych zostało przeprowadzone (jak poprzednio) w dwóch kierunkach, czyli na poziomie – struktury, jako cechy badanej oraz osobniczym – liczby dzieci z tą cechą.

W tabelach II - VII wykazano liczbę otworów łukowatych, występujących w badanej próbie. Wskaźniki procentowe obliczono w stosunku do ogólnej liczby otworów łukowatych (poziom struktury).

Tabele VIII-XIII przedstawiają liczbę dzieci posiadających otwory łukowate (poziom osobniczy). W tym przypadku, procentowy udział dzieci z otworami łukowatymi obliczono w stosunku do próby reprezentatywnej 1035 osób. Otrzymane wyniki z dwóch poziomów różnią się, ponieważ w niektórych przypadkach w jednym kręgu C1, u jednej osoby występowały dwa otwory różnego (lub tego samego) typu.

W przypadku obecności otworu łukowatego całkowitego (tabela II), zaobserwowano największą ich liczbę u płci męskiej, umieszczonych po obu stronach łuku tylnego jednocześnie, w grupie wiekowej 14 -18 lat (tabela III).

Tabela II. Występowanie otworu łukowatego całkowitego jednostronnego po stronie prawej lub lewej oraz po obu stronach jednocześnie, z podziałem na płeć.

Otwór łukowaty	Ogółem	Płeć męska	Płeć żeńska
Strona prawa	7	3	4
Strona lewa	11	7	4
Obustronny	30	22	8
Razem	48 (49,0%)	32 (32,6%)	16 (16,3%)

Tabela III. Występowanie otworu łukowatego całkowitego w określonych grupach wiekowych.

Otwór łukowaty	Grupy wiekowe			Ogółem
	I - 1M-10 lat	II -11-13 lat	III - 14–18 lat	1M-18 lat
Strona prawa	1	1	5	7
Strona lewa	2	5	4	11
Obustronny	10	8	12	30
Razem	13 (13,3%)	14 (14,3%)	21 (21,4%)	48 (49,0%)

Występowanie otworu łukowatego częściowego (tabela IV) zaobserwowano najliczniej u płci męskiej po stronie prawej i w grupie wiekowej 14 -18 lat (tabela V).

Tabela IV. Występowanie otworu łukowatego częściowego jednostronnego i obustronnego, z podziałem na płeć.

Otwór łukowaty	Ogółem	Płeć męska	Płeć żeńska
Strona prawa	14	10	4
Strona lewa	14	9	5
Obustronny	6	6	0
Razem	34 (34,7%)	25 (25,5%)	9 (9,2%)

Tabela V. Występowanie otworu łukowatego częściowego jednostronnego i obustronnego w określonych grupach wiekowych.

Otwór łukowaty	Grupy wiekowe			Ogółem
	I - 1M – 10 lat	II - 11 – 13 lat	III - 14 – 18 lat	1M – 18 lat
Strona prawa	3	1	10	14
Strona lewa	4	1	9	14
Obustronny	0	0	6	6
Razem	7 (7,1%)	2 (2,0%)	25 (25,5%)	34 (34,7%)

Jednoczesne występowanie otworu całkowitego i częściowego w jednym kręgu C1, przeważało u chłopców (tabela VI) oraz w grupie wiekowej 11-13 lat (tabela VII).

Tabela VI. Jednoczesne występowanie otworu łukowego całkowitego i częściowego, z podziałem na płeć.

Otwór łukowaty	Ogółem	Płeć męska	Płeć żeńska
całkowity lewy i częściowy prawy	10	6	4
całkowity prawy i częściowy lewy	6	4	2
Razem	16 (16,3%)	10 (10,2%)	6 (6,1%)

Tabela VII. Jednoczesne występowanie otworu łukowego całkowitego i częściowego z podziałem na grupy wiekowe.

Otwór łukowaty	Grupy wiekowe			Ogółem
	I - 1M – 10 lat	II - 11 -13 lat	III - 14 – 18 lat	1M – 18 lat
całkowity lewy i częściowy prawy	0	4	6	10
całkowity prawy i częściowy lewy	0	6	0	6
Razem	0	10 (10,2%)	6 (6,1%)	16 (16,3%)

Liczba dzieci posiadających otwór całkowity (tabela VIII) stanowiła 3,2% ogólnej liczby obserwowanych, z przewagą osobników męskich z otworami obustronnymi oraz w grupie wiekowej 14-18 lat (tabela IX).

Tabela VIII. Liczba dzieci z otworem łukowatym całkowitym jednostronnym oraz obustronnym, z podziałem na płeć.

Otwór łukowaty	Ogółem	Płeć męska	Płeć żeńska
Strona prawa	7	3	4
Strona lewa	11	7	4
Obustronny	15	11	4
Razem	33 (3,2%)	21 (2,0%)	12 (1,2%)

Tabela IX. Liczba dzieci z otworem łukowatym całkowitym w określonych grupach wiekowych.

Otwór łukowaty	Grupy wiekowe			Ogółem
	I - 1M –10 lat	II - 11 -13 lat	III - 14– 18 lat	1M – 18 lat
Strona prawa	1	1	5	7
Strona lewa	2	5	4	11
Obustronny	5	4	6	15
Razem	8 (0,8%)	10 (1,0%)	15 (1,5%)	33 (3,2%)

Liczba dzieci posiadających otwór łukowaty częściowy stanowiła 3,0% ogólnej liczby badanych z przewagą chłopców (tabela X), w grupie wiekowej 14-18 lat (tabela XI).

Tabela X. Liczba dzieci z otworem łukowatym częściowym z podziałem na płeć.

Otwór łukowaty	Ogółem	Płeć męska	Płeć żeńska
Strona prawa	14	10	4
Strona lewa	14	9	5
Obustronny	3	3	0
Razem	31 (3,0%)	22 (2,1%)	9 (0,9%)

Tabela XI. Liczba dzieci z otworem łukowatym częściowym w określonych grupach wiekowych.

Otwór łukowaty	Grupy wiekowe			Ogółem
	I - 1M – 10 lat	II - 11 – 13lat	III - 14 – 18 lat	1M – 18 lat
Strona prawa	3	1	11	15
Strona lewa	4	1	8	13
Obustronny	0	0	3	3
Razem	7 (0,7%)	2 (0,2%)	22 (2,1%)	31 (3,0%)

Liczba dzieci, u których w jednym kręgu, po obu stronach występowały otwory całkowity i częściowy wynosiła 0.8%, z przewagą płci męskiej (tabela XII) oraz w grupie wiekowej 11-13 lat (tabela XIII).

Tabela XII. Liczba dzieci, posiadających otwory łukowate obustronne, z podziałem na płeć.

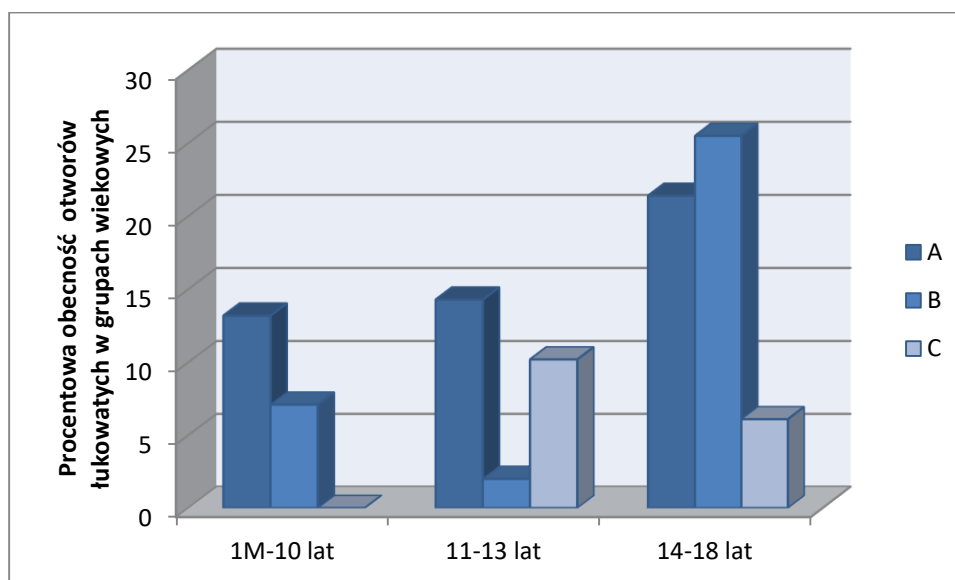
Otwór łukowaty	Ogółem	Płeć męska	Płeć żeńska
całkowity lewy i częściowy prawy	5	3	2
całkowity prawy i częściowy lewy	3	2	1
Razem	8 (0,8%)	5 (0,5%)	3 (0,3%)

Tabela XIII. Liczba dzieci posiadających otwory łukowate obustronne, z podziałem na grupy wiekowe.

Otwór łukowaty	Grupy wiekowe			Ogółem
	I -1 M - 10 lat	II - 11 - 13 lat	III -14 - 18 lat	1M - 18 lat
całkowity lewy i częściowy prawy	0	2	3	5
całkowity prawy i częściowy lewy	0	3	0	3
Razem	0	5 (0,5%)	3 (0,3%)	8 (0,8%)

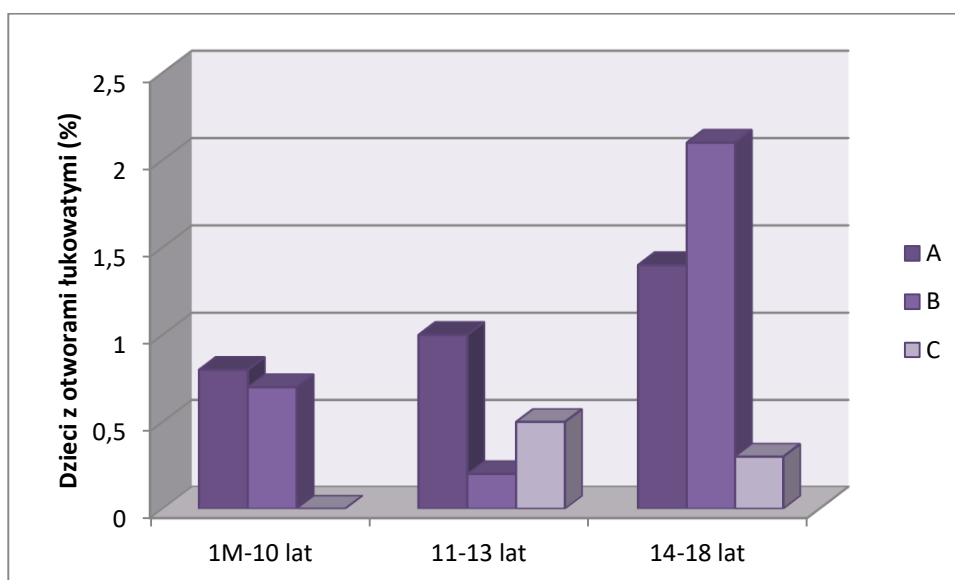
Z danych porównawczych procentowego udziału otworów łukowatych w badanej próbie – poziom struktury (ryc.13) i liczby dzieci z otworami łukowatymi – poziom osobniczy (ryc.14) w określonych grupach wiekowych wynika, że zarówno obecność otworów całkowitych, jak i częściowych najczęściej zauważalna była w III grupie wiekowej - 14-18 lat (w okresie późnego dojrzewania).

Otwory całkowite i częściowe, występujące jednocześnie w tym samym kręgu, najliczniej zaobserwowano w II grupie - 11-13 lat.



Ryc.13. Częstość występowania otworów łukowatych w poszczególnych grupach wiekowych (wyrażona w procentach)

A - otwory całkowite, B - otwory częściowe, C - otwory całkowite i częściowe, występujące jednocześnie w jednym kręgu.



Ryc.14. Procentowy udział dzieci, posiadających otwory łukowate

A - całkowite, B - częściowe, C - całkowite i częściowe, występujące w jednym kręgu.

Analizując uzyskane informacje na temat obecności otworów łukowatych w poszczególnych grupach wiekowych, stwierdzono najmniejszy procentowy udział otworów łukowatych całkowitych w najmłodszej grupie wiekowej dzieci od 1 miesiąca życia do 10 roku życia (tab. III). Natomiast na uwagę zasługuje fakt, że w tym przedziale wiekowym nie zanotowano obecności otworów łukowatych całkowitego i częściowego w jednym kręgu (tabela VII).

Należy podkreślić, że z ogólnej liczby 1035 obserwowanych pacjentów, u 162 dzieci w wieku od 1 miesiąca do 3 lat (98 chłopców i 64 dziewczynek), nie stwierdzono występowania żadnego z dwóch typów otworów łukowatych w kręgu C1. U tych dzieci dołki stawowe górne posiadały gładkie brzegi i nie dostrzeżono żadnych zmian anatomicznych w kręgu szczytowym. Nie zaobserwowano również otworów łukowatych u 65 dzieci w wieku 6 lat (34 chłopców i 31 dziewcząt) oraz u 51 dzieci (26 chłopców i 25 dziewcząt) w wieku 9 lat.

W prezentowanych badaniach otwór łukowaty częściowy najwcześniej zauważono u 4-letniej dziewczynki po stronie lewej, natomiast otwory łukowate całkowite obustronne stwierdzono u 5-letniego chłopca. W przypadku otworów łukowatych całkowitego i częściowego występujących jednocześnie w jednym kręgu, zaobserwowano je po raz pierwszy u 11-letniej dziewczynki. Otwór całkowity występował u niej po stronie prawej, częściowy po stronie lewej kręgu szczytowego. Natomiast nie stwierdzono występowania otworów łukowatych całkowitych prawych i częściowych lewych w jednym kręgu, w grupie wiekowej 14 – 18 lat (tab. XIII).

W prowadzonych badaniach zwrócono uwagę na następujące cechy związane z pierwszym kręgiem szyjnym:

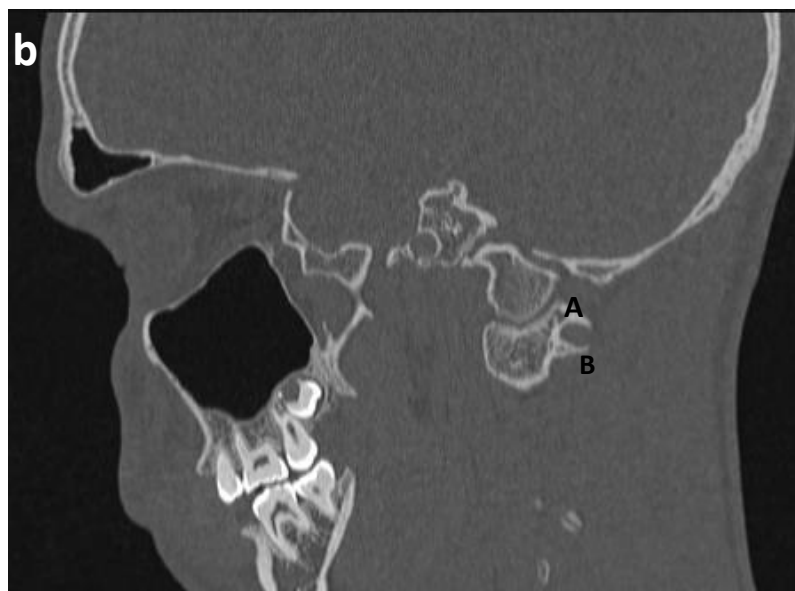
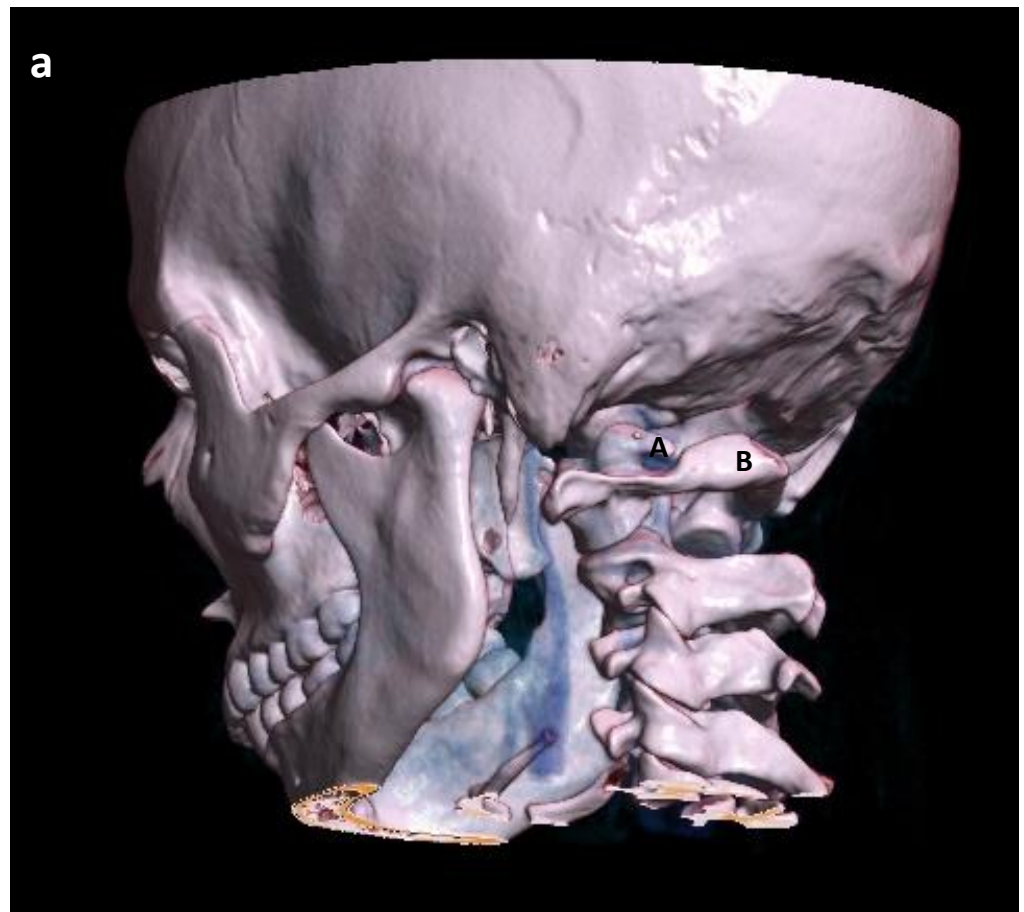
- opis tworzenia się otworu łukowego całkowitego na przykładzie jednego pacjenta,
- związek kostnienia chrząstkozrostów w obrębie kręgu szczytowego,
- objawy kliniczne związane z obecnością otworu łukowego.

Na podstawie obserwacji obrazów TK w rekonstrukcji 2D i 3D, wyodrębniono 3 modele tworzenia się otworu łukowego częściowego przez postępujący wzrost i kostnienie mostka kostnego tylnego u dzieci w różnym wieku.

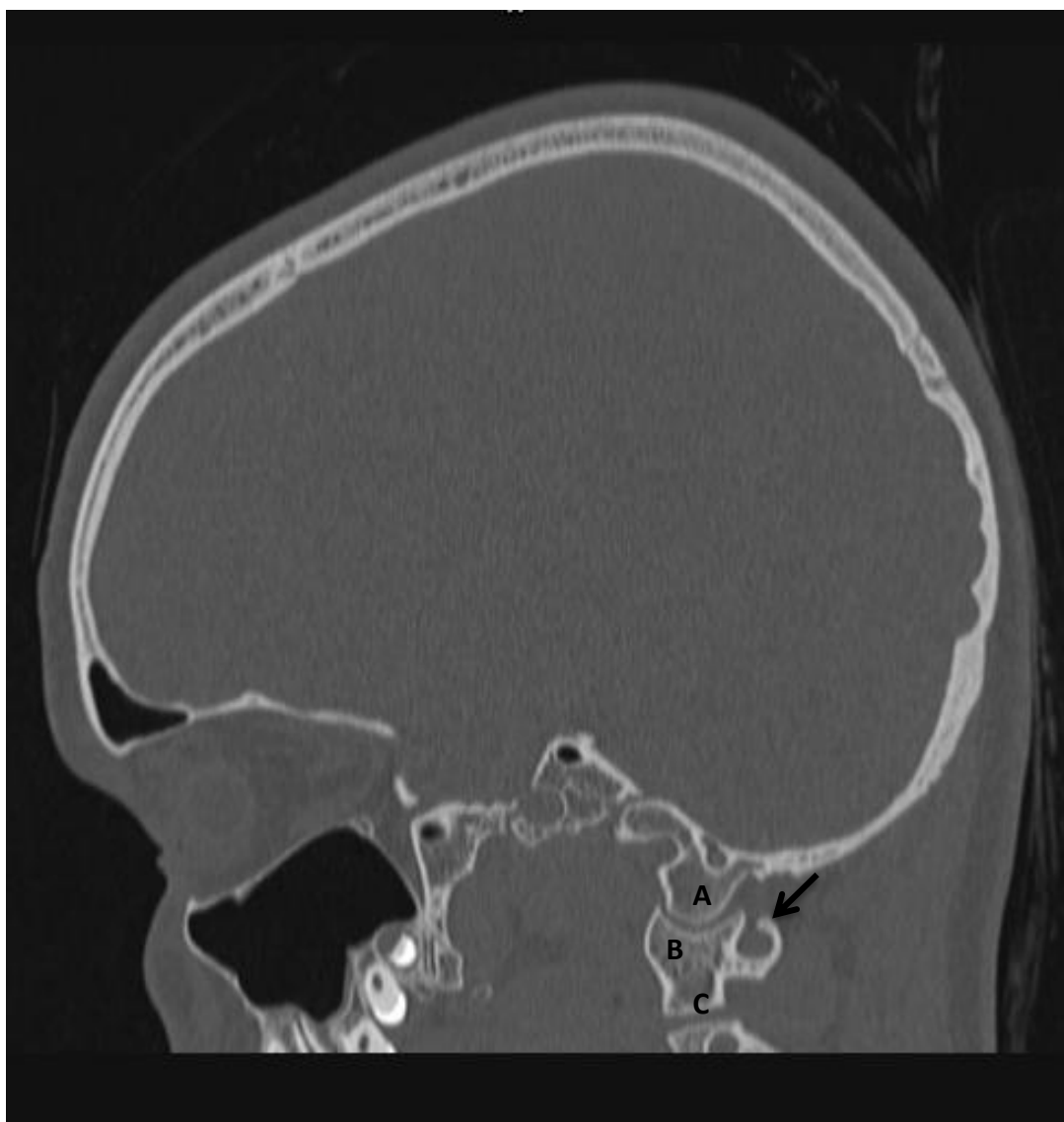
Pierwszy model przedstawia tworzenie się mostka kostnego tylnego, w postaci narośli kostnej, rozciągającej się od brzegu tylnego dołka stawowego górnego kręgu C1 w kierunku górnej powierzchni łuku tylnego, która łączy się z nim za bruzdą tętnicy kręgowej (ryc.15. a, b). Był to model najczęściej obserwowany.

Drugi model utworzony był przez mostek kostny, rozciągający się od łuku tylnego w kierunku dołka stawowego górnego. W tym modelu zaobserwowano wyższy brzeg górny łuku tylnego (ryc.16).

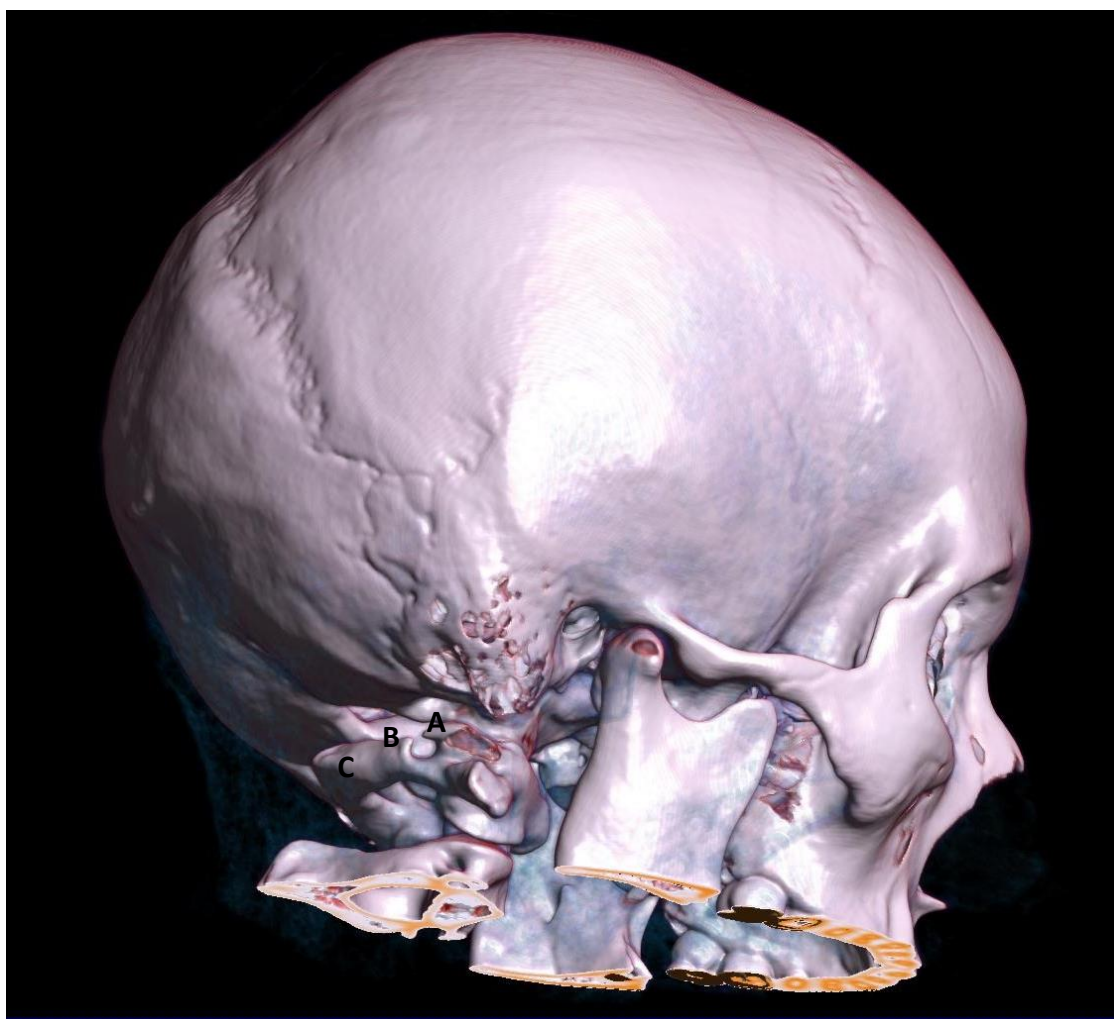
Model trzeci przedstawia powstawanie mostka kostnego, utworzonego przez narośla kostne wyrastające jednocześnie od dołka stawowego górnego i od łuku tylnego kręgu C1 (ryc.17).



Ryc.15. Czaszka i kręgi szyjne 14-letniego chłopca w obrazie TK:
a. w rekonstrukcji 3D (VRT), **b.** w rekonstrukcji 2D MPR - w projekcji strzałkowej. A - mostek kostny częściowy lewy, B - łuk tylny kręgu C1.



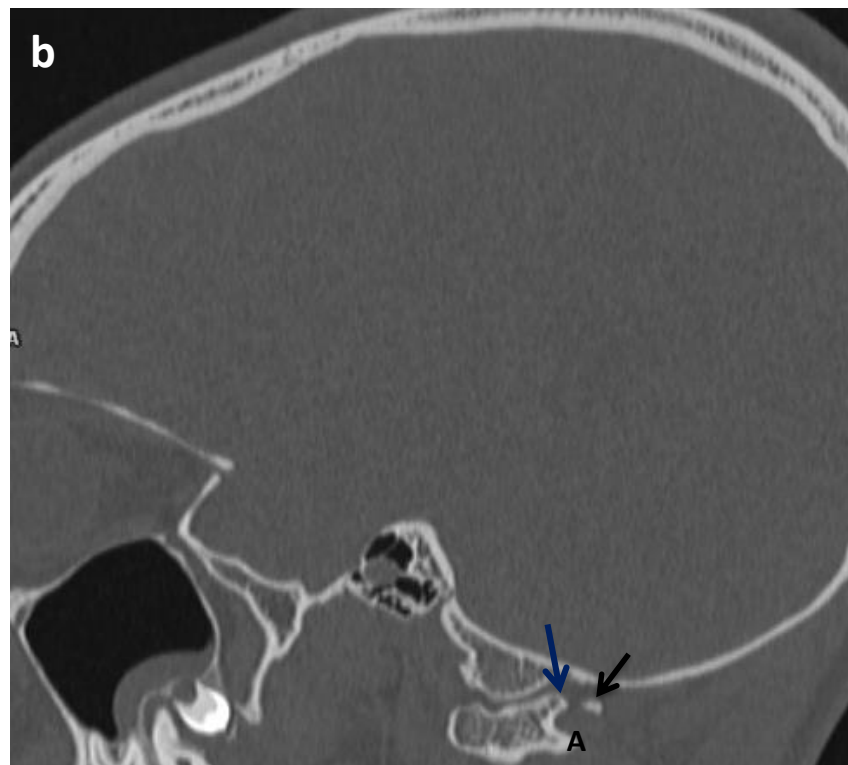
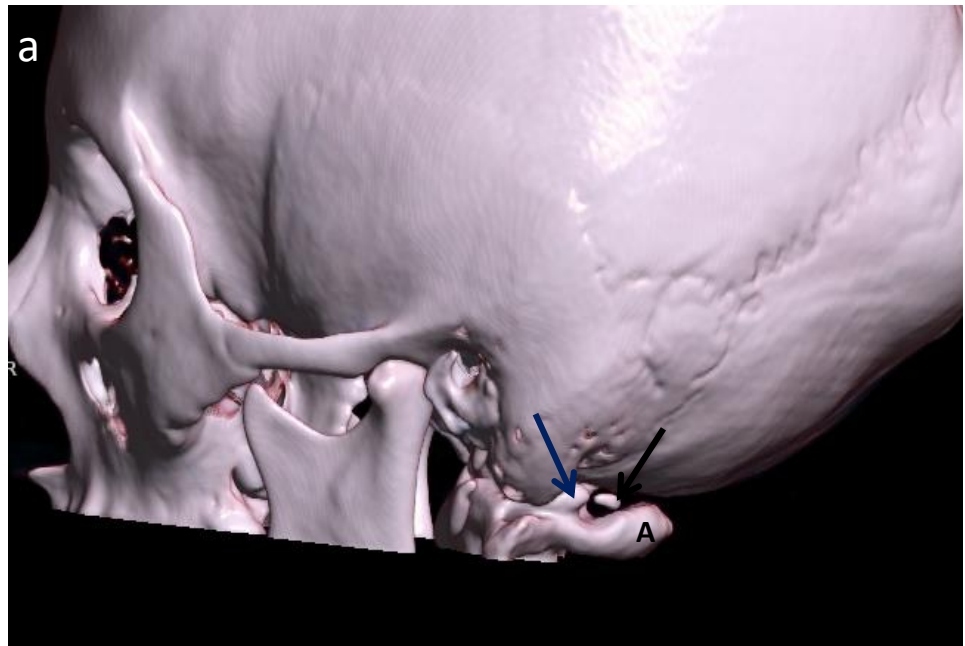
Ryc.16. Czaszka i kręgosłup C1 12-letniej dziewczynki w obrazie TK, w rekonstrukcji 2D MPR - projekcja strzałkowa. Mostek kostny tylny prawy (strzałka), A - kłykiec potyliczny, B - kręgosłup szczytowy, C - drugi kręgosłup szyjny,



Ryc.17. Czaszka i pierwszy kręg szyjny dziewczynki w wieku 12 lat; obraz TK w rekonstrukcji 3D (VRT). A - mostek kostny tylny częściowy prawy, B - brzeg górny łuku tylnego kręgu C1, C - łuk tylny kręgu C1.

W dwóch przypadkach, u pacjentów posiadających otwory łukowate częściowe, u płci męskiej (8 lat – po stronie lewej) i płci żeńskiej (16 lat po stronie prawej), zaobserwowano w obrazie tomografii komputerowej dodatkowy punkt kostny. Był on umiejscowiony między częściowym mostkiem kostnym odchodzącym od brzegu tylnego dołka stawowego górnego, a brzegiem górnym łuku tylnego.

Podobne punkty kostne obserwowano również w kilku przypadkach u dzieci, nie posiadających żadnego z dwóch typów otworów łukowatych (ryc.18 a, b). Można przypuszczać, że jest to tworzący się otwór łukowaty, albo punkty kostnienia w obrębie więzadła skośnego, części błony szczytowo-potylicznej tylnej.



Ryc.18. Czaszka i kręg C1 16-letniej dziewczynki:

a. obraz TK w rekonstrukcji 3D VRT, **b.** w rekonstrukcji 2D MPR. Dołek stawowy górny (strzałka niebieska), dodatkowy punkt kostny między dołkiem stawowym górnym, a łukiem tylnym kręgu C1 (strzałka czarna), A - łuk tylny kręgu C1.

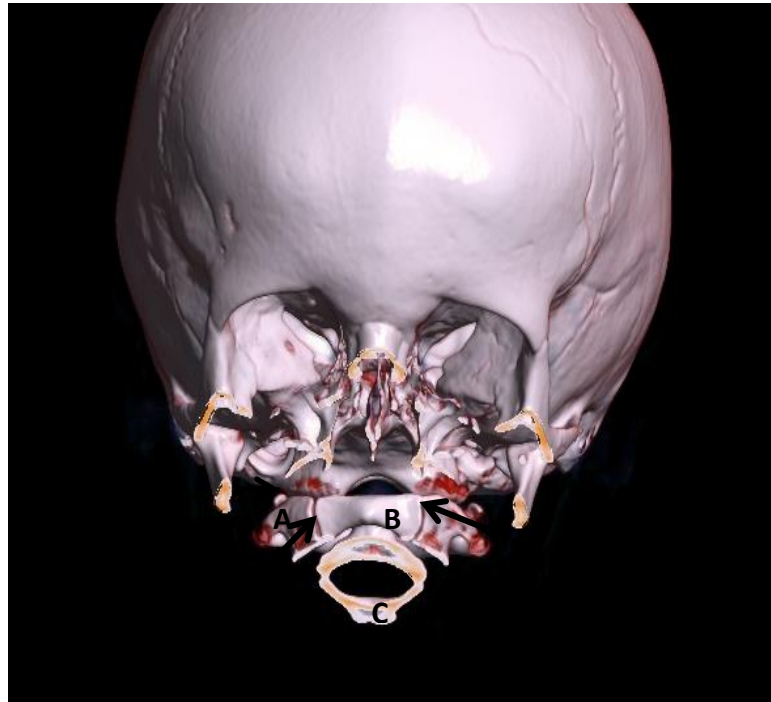
Zwrócono również uwagę na elementy morfologiczne kręgu szczytowego, w postaci chrząstkozrostów, których obecność związana była z kolejnym etapem rozwoju tego kręgu.

Dotyczyły one całkowitego zanikania chrząstkozrostów nerwowo-centralnych, czyli połączenia między łukiem przednim, a częściami bocznymi kręgu szczytowego, jak również zrośnięcia się obu kostnych części łuku tylnego, najczęściej w linii pośrodkowej.

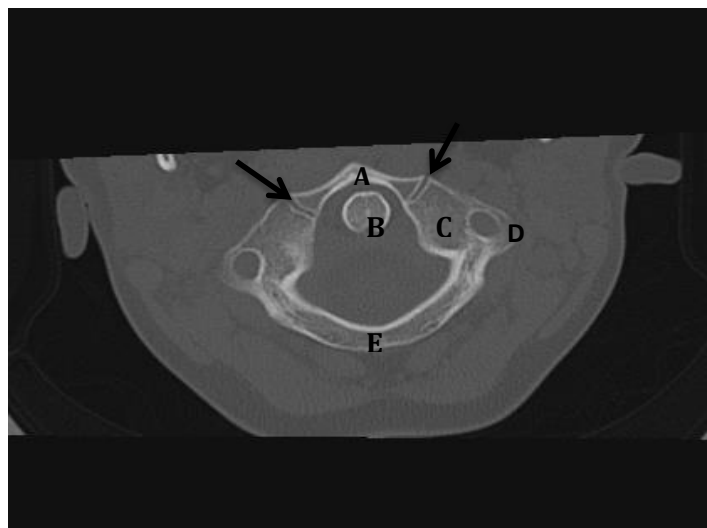
W badanym materiale, w jednym przypadku u 5-letniego chłopca, posiadającego otwory całkowite obustronne oraz w dwóch przypadkach, u 12 letnich chłopców, posiadających otwór łukowaty całkowity po stronie lewej, stwierdzono obecność chrząstkozrostów nerwowo-centralnych (ryc.19 i 20).

W dwóch przypadkach (u płci męskiej - 12 i 14 lat) mających otwór łukowaty całkowity po stronie lewej, stwierdzono brak zamknięcia łuku tylnego kręgu szczytowego (ryc.21 a, b).

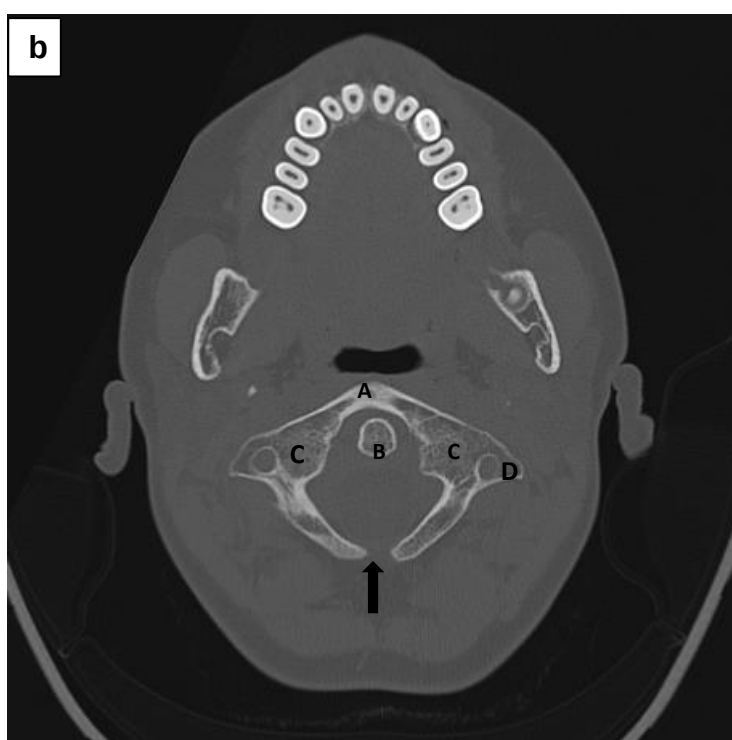
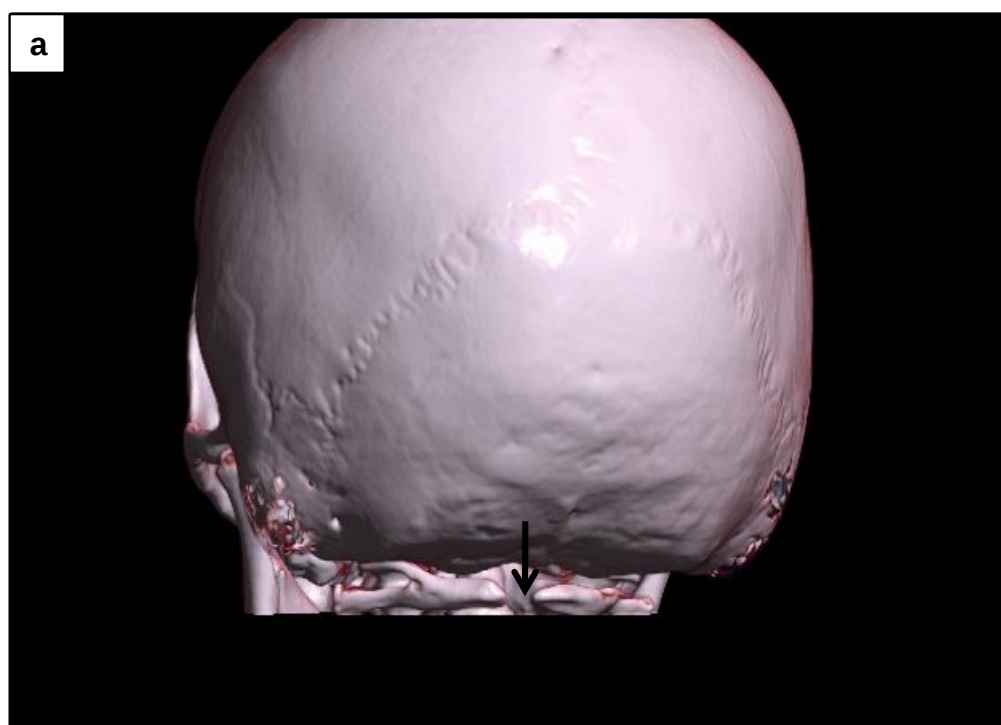
Stwierdzono dwa przypadki występowania chrzęstnego połączenia nerwowo-centralnego: 1) u płci męskiej (8 lat), gdzie odnotowano obecność otworu po stronie lewej oraz 2) u płci żeńskiej (16 lat) z otworem łukowatym częściowym po stronie prawej.



Ryc.19. Zdjęcie TK czaszki i kręgów szyjnych chłopca w wieku 5 lat; obraz w rekonstrukcji 3D (VRT). Chrząstkozrosty nerwowo-centralne (strzałki), A - część boczna kręgu C1, B - łuk przedni kręgu C1, C - łuk kręgu C2.



Ryc.20. Obraz TK pierwszego kręgu szyjnego 12-letniego chłopca, w rekonstrukcji 2D (MPR), w projekcji poprzecznej. Chrząstkozrosty nerwowo-centralne (strzałki), A - łuk przedni, B - ząb kręgu C2, C - dołek stawowy górny kręgu C1, D - wyrostek poprzeczny, E - łuk tylny kręgu C1.



Ryc.21. Zdjęcie TK czaszki i kręgu C1 12-letniego chłopca (**a.** w rekonstrukcji 3D VRT, **b.** w rekonstrukcji 2D MPR - w płaszczyźnie poprzecznej). Niezamknięty łuk tylny kręgu szczytowego (strzałki), A - łuk przedni kręgu C1, B - ząb kręgu C2, C - części boczne kręgu C1, D - wyrostek poprzeczny.

Wszystkie przedstawione przypadki występowania otworów łukowatych i chrząstkozrostów odnoszą się do różnych pacjentów i przedstawiono je w poniższej tabeli XIV.

Tabela XIV. Występowanie otworów łukowatych i chrząstkozrostów

A – chrząstkozrost nerwowo-centralny, B – łuk tylny niezamknięty.

Lp.	Wiek (lata)	Płeć M- męska K- żeńska	Otwory łukowate						Chrząstko- zrosty
			całkowite			częściowe			
			obu- stronne	strona prawa	strona lewa	obu- stronne	strona prawa	strona lewa	
1.	8	M	X	-	-	-	-	-	A
2.	8	M	-	-	-	-	-	X	A
3.	12	M	-	-	X	-	-	-	A
4.	12	M	-	-	X	-	-	-	A
5.	12	M	-	-	X	-	-	-	B
6.	14	M	-	-	X	-	-	-	B
7.	16	K	-	-	-	-	X	-	A
Razem = 7 osób			1	-	4	-	1	1	

Na podstawie wywiadu klinicznego pacjentów, zwrócono uwagę na potencjalne objawy kliniczne, mogące wynikać z obecności otworu łukowego. Badania wykazały, że na 33 przypadki z otworami łukowymi całkowitymi, u 8 osób (stanowiących 0,8% próby reprezentatywnej) powodem leczenia szpitalnego były bóle i zawroty głowy. Objawy te częściej towarzyszyły pacjentom z otworem łukowym całkowitym występującym po stronie lewej (tabela XV). Pacjenci z otworem łukowym częściowym nie podawali w wywiadzie żadnych z wyżej wymienionych objawów chorobowych.

Tabela XV. Objawy kliniczne, występujące u dzieci z otworami łukowatymi całkowitymi.

Lp.	Wiek w latach	Płeć K - żeńską M - męską	Otwór całkowity występujący po stronie prawej łuku tylnego	Otwór całkowity występujący po stronie lewej łuku tylnego	Otwory całkowite występujące po obu stronach jednocześnie	Otwory: całkowity występujący po stronie lewej i częściowy po stronie prawej jednocześnie	Symptomy
1.	12	K	+	-	-	-	Silny ból głowy z wymiotami
2.	13	M	-	-	+	-	Obustronne bóle głowy okolicy skroniowej z wymiotami
3.	13	K	-	+	-	-	Bóle głowy
4.	13	K	-	+	-	-	Zawroty głowy
5.	14	K	-	-	-	+	Ból głowy z okresowymi zaburzeniami widzenia
6.	15	M	-	-	-	+	Bóle głowy
7.	16	M	-	+	-	-	Bóle głowy
8.	18	K	+	-	-	-	Bóle głowy
Razem			2	3	1	2	

W przedstawionej pracy, w jednym przypadku prześlędzono tworzenie się otworu łukowatego całkowitego przez okres 6 lat. Przedmiotem badań był chłopiec, u którego kilkakrotnie wykonano zdjęcia tomografii komputerowej w latach 2011-2017.

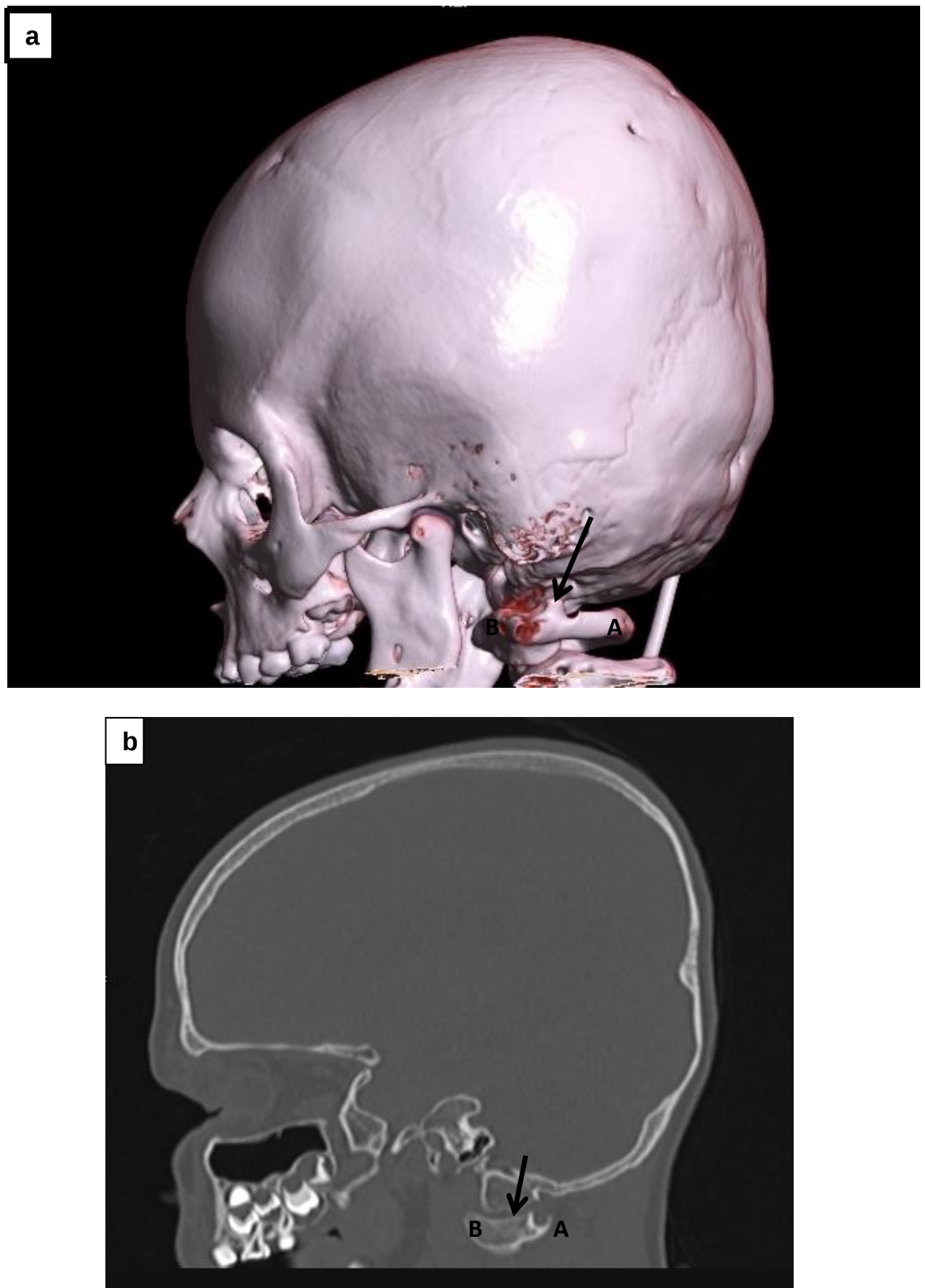
Po raz pierwszy hospitalizowano tego chłopca w wieku 4 lat, w 2011 roku. Na podstawie zdjęcia tomografii komputerowej nie stwierdzono w tym okresie występowania żadnego z dwóch typów otworów łukowatych (ryc.22 a, b).

Ponowne badanie wykonano u tego samego pacjenta w wieku 8 lat, w roku 2015. Podczas badania zaobserwowano otwór łukowaty częściowy po stronie lewej (rys.23 a, b).

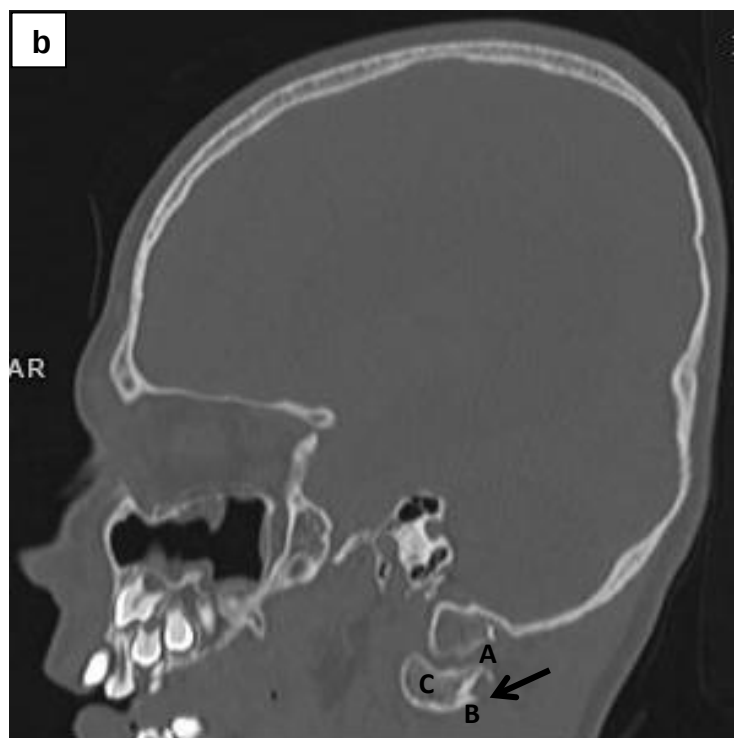
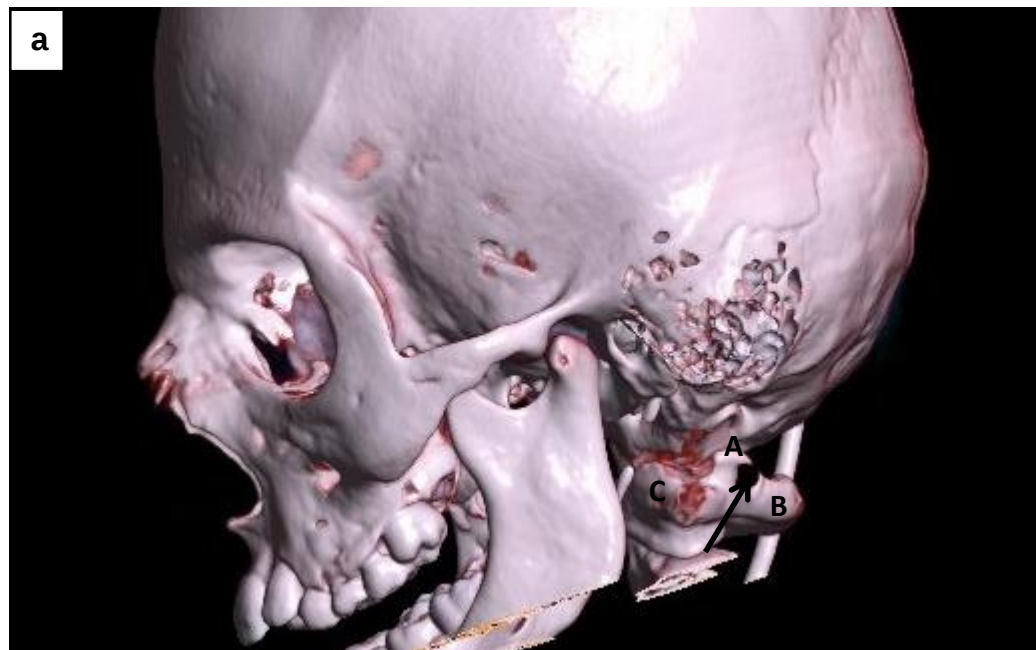
Zdjęcie TK tego samego dziecka w wieku 10 lat (w 2017 roku) wykazało otwór łukowaty całkowity po stronie lewej (ryc.24 a, b).

Opisywany otwór łukowaty całkowity u obserwowanego chłopca, utworzony był przez stopniowe wydłużanie się mostka kostnego tylnego. Pojawił się on jako przedłużenie tylnego brzegu powierzchni stawowej górnej kręgu szczytowego, w postaci widocznej narośli kostnej i wzrastał w stronę łuku tylnego tego kręgu szyjnego. W opisanym przypadku nie stwierdzono żadnych nieprawidłowości w obrębie kręgu szczytowego.

Na podstawie wywiadu u tego pacjenta nie stwierdzono też występowania objawów klinicznych, związanych z obecnością otworu łukowatego całkowitego. Powodem przyjęcia tego pacjenta do szpitala było podejrzenie dysfunkcji układu zastawkowego z powodu wodogłowia.



Ryc.22. Zdjęcie TK czaszki i kręgów szyjnych chłopca w wieku 4 lat (2011 r.), w rekonstrukcji: **a.** 3D VRT, **b.** w rekonstrukcji 2D MPR - w projekcji strzałkowej. Dołek stawowy górny (strzałki),
A - łuk tylny kręgu szczytowego, B - łuk przedni kręgu szczytowego.



Ryc.23. Czaszka i kręgi C1 chłopca w wieku 8 lat - 2015 r. (**a.** obraz TK w rekonstrukcji 3D VRT, **b.** w rekonstrukcji 2D MPR - projekcja strzałkowa). Otwór łukowaty częściowy lewy (strzałki), A - mostek kostny tylny częściowy, B - łuk tylny kręgu C1, C - łuk przedni kręgu C1.



Ryc.24.a,b. **a** - czaszka i kręgi szyjne chłopca w wieku 10 lat (2017 r.), obraz TK w rekonstrukcji 3D (VRT), **b.** w rekonstrukcji 2D (MPR) - w przekroju strzałkowym. Otwór łukowaty całkowity lewy (strzałki), A - mostek kostny tylny całkowity lewy, B - łuk tylny kręgu C1, C - łuk przedni kręgu szczytowego.

2. Analiza statystyczna

W celu dokładniejszej interpretacji uzyskanych wyników przeprowadzono badania z użyciem metod statystycznych dla potwierdzenia lub zaprzeczenia korelacji otworów łukowatych całkowitych i częściowych, z wiekiem i płcią.

Analizie statystycznej zostały poddane wartości liczbowe, przedstawione w tabelach II-XIII, które zostały przetworzone statystycznie przy użyciu dwóch testów: χ^2 Pearsona (χ^2 , chi-kwadrat) i Fishera Freemana Haltona oraz zastosowano dodatkowo (tylko dla wyników z tabeli III) test Chi-kwadrat dla trendu.

Ogólne zestawienie uzyskanych wyników dla poszczególnych tabel (II-XIII) przedstawiono w tabeli XVI.

Tabela XVI. Ogólne zestawienie p-wartości, uzyskanych po analizie statystycznej dla poszczególnych tabel, za pomocą testów chi-kwadrat i Fishera Freemana Haltona.

Testy	Numer tabeli											
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
χ^2	0.299	0.621			1.000		0.467	0.832			1.000	
Fishera Freemana Haltona			0.356	0.825		0.056			0.927	0.934		0.257

Jak wynika z danych tabeli XVI dla tego rodzaju obliczeń zastosowano dwa różne testy: Chi-kwadrat (χ^2) oraz test Fishera Freemana Haltona. Głównym zadaniem obu testów było wykazanie zależności częstości występowania otworów w stosunku do płci i wieku.

Użycie dwóch różnych testów dla tych samych obliczeń podyktowane było pojawieniem się wartości zerowych widocznych w tabelach IV, V, VII, X, XI i XIII. W takim przypadku zachodzi konieczność zastosowania testu Fishera Freemana Haltona. W stosunku do wartości liczbowych umieszczonych w pozostałych tabelach użyto testu Chi-kwadrat (χ^2).

Analiza statystyczna nie wykazała statystycznie istotnej korelacji między częstością występowania otworu łukowatego całkowitego i częściowego, a płcią i wiekiem, gdzie p – wartość we wszystkich przypadkach była większa od założonego dla prezentowanej pracy poziomu istotności $\alpha = 0.05$. W badaniach biomedycznych, ten poziom istotności oznacza 5% błąd, który odzwierciedla fakt, że nie ma pewności, czy w populacji generalnej hospitalizowanych dzieci będzie podobny wynik, jak uzyskany w próbie badawczej.

W jednym przypadku wynik uzyskany w tabeli VII ($p = 0.056$) był na pograniczu statystycznej zależności między grupą wiekową od 11-18 lat, a jednoczesnym występowaniem obu typów otworów całkowitego i częściowego w jednym kręgu.

Brak istotnej korelacji między obecnością otworu, a płcią i wiekiem oznacza brak statystycznej zależności dotyczącej występowania otworu w określonych grupach wiekowych i z określoną płcią, chociaż dane liczbowe i wskaźniki procentowe wyraźnie wskazują na przewagę występowania otworów łukowatych całkowitych u płci męskiej po stronie lewej oraz częściowych po stronie prawej kręgu C1 i w grupie wiekowej 14 -18 lat.

Dla wyników z tabeli III. zastosowano test „chi-kwadrat dla trendu”, w celu sprawdzenia czy istnieje istotny trend w umiejscowieniu otworów łukowatych całkowitych u dzieci, w określonych grupach wiekowych. Wszystkie wyniki wykazały, że p - wartość była większa od poziomu istotności ($\alpha = 0.05$), co oznacza, że:

- nie ma istotnego statystycznie trendu w występowaniu tych otworów po stronie prawej lub lewej ($p = 0.279$),
- nie ma istotnego trendu dla występowania otworów po stronie prawej i obustronnych ($p = 0.159$) oraz
- nie ma istotnego trendu dla występowania otworu po stronie lewej i obustronnych ($p = 0.691$).

Można więc stwierdzić, że nie istnieje przeważająca tendencja dla miejsca występowania otworów łukowatych całkowitych, związana z wiekiem.

Elementem analiz międzypopulacyjnych było porównanie częstości występowania otworu łukowatego całkowitego i częściowego między populacją dzieci polskich, a 12 wybranymi populacjami innych krajów. W związku z tym, oszacowanie liczby otworów łukowatych obu typów pozwoliło na obliczenie procentowego udziału tej cechy w grupie 1035 obserwowanych dzieci. Wskaźnik wynoszący 9,5%, obliczono dzieląc liczbę otworów łukowatych przez liczbę wszystkich obserwowanych pacjentów i mnożąc uzyskany wynik przez 100. Stanowił on podstawę do porównawczej analizy statystycznej ze wspomnianymi grupami badawczymi innych krajów.

W tym celu zastosowano „test dla dwóch wskaźników struktury”, za pomocą którego określono p – wartość dla każdej z badanych grup. „ P – wartość” badanej cechy obliczona dla każdej z wymienionych populacji była większa od założonego poziomu istotności w tych badaniach $\alpha = 0.004$ (0.4%), które przyjęto po poprawce na porównania wielokrotne Bonferroniego (α/n , gdzie $\alpha = 0.05$, n = liczba porównywanych populacji).

Wyniki testu nie wykazały statystycznie istotnej różnicy w występowaniu badanej cechy pomiędzy populacją polską, a populacjami:

- Ameryki Północno-Wschodniej, gdzie $p = 0.107$,
- Turcji ($p = 0.0269$),
- Brazylii ($p = 0.844$).

W przypadku pozostałych 9 populacji światowych stwierdzono istotne statystycznie różnice procentowego udziału otworów łukowatych (tabela XVII).

Tabela XVII. Częstość występowania otworów łukowatych w populacji polskiej i populacjach światowych.

CR – cephalometric radiogram (radiogram cefalometryczny), CBCT – cone beam computed tomography (stożek świetlny tomografii komputerowej), CT – computed tomography (tomografia komputerowa), LC – lateral cephalogram (boczny cefalogram).

Autor	Rok badania	Ilość osób badanych	Populacja	Wiek badanych w latach i miesiącach (m-c)	Otwór łukowaty całkowity i częściowy (%)	Źródło badań	Poziom istotności badanej cechy $\alpha=0.004$
1. Pyo ^[85]	1959	300	Ameryka Północno-Wschodnia	49.2	12.7	CR	p = 0,107
2.Kendrick ^[47]	1963	353	Ameryka Północna	6-17	15.8	LC	p < 0,001
3.Stubbs ^[100]	1992	1000	Ameryka Północna	36.9	18.7	CR	p<0,0001
4.Wight ^[109]	1999	895	Szkocja	44	18	CR	p <0,0001
5.Cakmak ^[14]	2005	416	Turcja	49.5	13.46	CR	p=0,0269
6.Hong ^[40]	2008	1013	Korea	56.7	15.6	CT	p <0,0001
7.Sharma ^[95]	2010	858	Indie	8 - 22	4.3	LC	p<0.0001
8.Baeesa ^[7]	2012	453	Arabia Saudyjska	20 - 96	47.9	LC	p<0,0001
9.Chitroda ^[19]	2012	500	Indie	5 - 70	60.4	LC	p<0,0001
10.Perez ^[80]	2014	1056	Peru	3 - 56	19.79	LC	p<0,0001
11.Geist ^[31]	2014	576	USA	5 -17	26.2	CBCT	p<0,0001
12.Closs ^[23]	2017	242	Brazylia	18-60	9.09	CT	p = 0.844
13.Wyniki własne	2014 - 2017	1035	Polska	1 m-c - 18	9.5	CT	

IV. Dyskusja

Wady anatomiczne występujące w okolicy złącza szczytowo-potylicznego mogą powodować wystąpienie szeregu objawów chorobowych. Jedną z anomalii są mostki kostne (tylne i boczne) kręgu szczytowego. Prowadzą one, w niektórych przypadkach, do ucisku i zwężenia tętnicy kręgowej, co może być przyczyną epizodów niedokrwienia mózgu [112]. Te dodatkowe elementy kostne są opisywane w licznych publikacjach, na podstawie obserwacji zdjęć rentgenowskich [14,19,23,28,80,93,102,109], zdjęć tomografii komputerowej [7,15,20,31,40,56,94], wykorzystaniu zwłok [3,60] oraz suchego materiału kostnego [14,37,38,44,48,57,79]. Niektórzy autorzy, w celu analiz porównawczych stosowali dwie, lub więcej metod jednocześnie [14,28,86].

Badania tych autorów koncentrowały się przeważnie na mostku kostnym tylnym, tworzącym otwór łukowaty, w których opisywano częstość jego występowania oraz etapy powstawania [7,18,23,31,40,80,102]. Materiał badawczy większości autorów obejmował jednocześnie dzieci i osoby dorosłe [19,20,40,79,80,85,93,94,95,101], lub badana próba składała się tylko z osób powyżej 18 roku życia [3,14,20,109,116]. Natomiast badania dzieci, dotyczyły przeważnie kostnienia pierwszego kręgu szyjnego i jego rozwoju, [15,43,47,51,86,105], a w nielicznych tylko przypadkach zwrócono uwagę na występowanie otworu łukowatego.

W prezentowanej przeze mnie pracy, wykazano częstość występowania otworu łukowatego całkowitego i częściowego u dzieci polskich, w wieku od 1 miesiąca do 18 lat.

Autorzy zajmujący się występowaniem mostków kostnych tylnych [7,31,38,40,48,80,95,102], opisali proces tworzenia się tego mostka (i jednocześnie otworu łukowatego) w 4-stopniowej skali: 1⁰ - narośl kostna w postaci guzka, 2⁰ – mostek kostny, przebiegający nad bruzdą tętnicy kręgowej w mniej niż 50% jej długości, 3⁰ – mostek kostny obejmujący bruzdę w ponad 50%, 4⁰ - mostek kostny całkowity, zamykający bruzdę w otwór. Skalę tę utworzono, na podstawie zwiększającego się rozmiaru mostka kostnego tylnego. W moich badaniach wykorzystano również tę skalę i uwzględniono pacjentów z 3 i 4 stopniem kostnienia.

W dostępnej literaturze opisane zostały również trzy modele tworzenia się mostka kostnego tylnego częściowego: 1) od dołka stawowego górnego, 2) od łuku tylnego kręgu C1 oraz 3) jednocześnie od dwóch wymienionych wyżej części kręgu C1 [4,40,52,101], co zostało również potwierdzone i udokumentowane w przeprowadzonych przeze mnie badaniach.

Ważnym klinicznie aspektem może być tworzenie się mostka kostnego częściowego (tworzącego otwór łukowaty częściowy), który powstaje na brzegu górnym łuku tylnego kręgu C1, a następnie wzrasta w postaci narośli kostnej w kierunku dołka stawowego górnego. Opisany przypadek może mieć znaczenie kliniczne, ponieważ mostek kostny tylny w polu operacyjnym może być pomyłony z łukiem tylnym kręgu C1 (szczególnie wysokim u dzieci w wieku 0-5 lat), co wiąże się z potencjalnym ryzykiem uszkodzenia tętnicy kręgowej podczas zabiegów operacyjnych [4,7,16,46,51].

Niektórzy autorzy zaobserwowali liczne zmienności w umiejscowieniu punktów kostnych w błonie szczytowo-potylicznej tylnej, a szczególnie w jej bocznej części, tzw. więzadle skośnym (łukowatym lub bocznym) [18,47,89,106]. Według Cederberga i wsp. [18] świadczy to o stopniowym zwapnieniu więzadła, a tym samym powstawaniu mostka tylnego. W literaturze odnotowano występowanie podobnej struktury u ok. 1,4% populacji [30].

W moich obserwacjach, w kilku przypadkach, stwierdzono pojawienie się odrębnego punktu kostnienia pomiędzy brzegiem tylnym dołka stawowego górnego, a łukiem tylnym kręgu C1. Struktura ta występowała w dwóch przypadkach z widocznym otworem łukowatym częściowym oraz u kilku osób nie posiadających tego otworu.

Prześlędzono także poszczególne etapy tworzenia się otworu całkowitego na przestrzeni 6 lat u jednego pacjenta. Pacjentem był chłopiec, u którego otwór częściowy pojawił się w wieku 8 lat, a całkowity zaobserwowano w wieku 10 lat. Podobne obserwacje przedstawił Kendrick [47], stwierdzając w dwóch przypadkach, u dzieci płci męskiej początkowo otwór łukowaty częściowy, którego całkowite zamknięcie odnotował na przestrzeni 2 lat.

Nadal nie można stwierdzić, czy otwór całkowity tworzy się u osób dorosłych, a w przypadku otworu częściowego, jest to pozostałość z okresu dzieciństwa. Odpowiedzi na te pytania byłyby możliwe w przypadku badań długofalowych tych samych pacjentów i większa ich liczba.

W większości publikacji, analizowano współzależność występowania otworów łukowatych z płcią i wiekiem. Wykazano, że liczba otworów łukowatych całkowitych i częściowych u obu płci i w różnym wieku jest zmienna.

Odnosnie występowania otworów, w szeregu prac wykazano dominację otworu całkowitego u płci męskiej [14,31,55,94,100], natomiast u płci żeńskiej przeważały otwory łukowate częściowe [19,23,28,79,94,100,102]. W niektórych opracowaniach dwa typy otworów dominowały u płci żeńskiej [14,20,23,44,93], lub płci męskiej [8,80].

W moich badaniach nie wykazano istotnie zależnej korelacji z płcią, pomimo, że występowała procentowa przewaga otworów łukowatych całkowitych i częściowych u płci męskiej, co jest zgodne z opisami innych autorów [7,14,23,80,95].

Poglądy badaczy na temat współzależności pojawiania się otworów łukowatych, z wiekiem są różne. Pyo [85] twierdził, że osyfikacja mostka kostnego tylnego, tworzącego otwór łukowaty pojawia się z wiekiem, natomiast częściowy mostek jest charakterystyczny dla osób pomiędzy 10-30 rokiem życia. Powyżej tego wieku przeważa mostek kostny całkowity. Podobne wnioski wysunął Paraskevas i wsp. [79], którzy pojawienie się otworu łukowatego częściowego odnotowali w grupie wiekowej 5-44 lat, a otworu całkowitego w grupie 45-90 lat. Autorzy tłumaczyli to postępującym procesem kostnienia mostka kostnego częściowego, prekursora mostka kostnego całkowitego. Powyższe fakty tłumaczą sugestię Taitza i wsp. [101] twierdzących, że starzenie się organizmu może być czynnikiem predysponującym do powstania całkowitego mostka kostnego tylnego. Teoria ta potwierdzona została badaniami eksperymentalno-analitycznymi, wykazującymi przebudowę tkanki kostnej i pojawienie się z wiekiem wyrostków kostnych tzw. osteofitów [13,40,79,85].

Badania Geista i wsp. [31] wykazały przewagę obecności dwóch typów otworów w grupie wiekowej 14-17 lat. Twierdzili oni, że otwory łukowate występują dopiero powyżej 10 roku życia. Kendrick [47], uzyskał podobne rezultaty, w których średnia wieku dzieci posiadających dwa typy otworów łukowatych wynosiła 9-10,7 lat. Najmłodsza dziewczynka z otworem łukowatym całkowitym miała 6 lat, najstarsza 16; najmłodszy i najstarszy chłopiec mieli odpowiednio 6 i 16 lat. Zbliżone rezultaty przedstawił Perez i wsp. [80]. Pierwsze otwory całkowite zanotowano u 9-letniej dziewczynki i 8-letniego chłopca. Natomiast pierwszy otwór częściowy pojawił się u 6-letniego chłopca i dziewczynki. Sugeruje to, że wiek nie jest kryterium dla formowania się otworów łukowatych [7,18,40,47,92,94,95,100,101].

Moje obserwacje są zbliżone do wyników wyżej wymienionych autorów. Liczba otworów łukowatych całkowitych oraz częściowych przeważała w grupie wiekowej 14-18 lat, (średnia wieku 15,2 lata). Jednocześnie w grupie wiekowej od 1 miesiąca do 3 lat oraz u dzieci w wieku 6 lat (65 osób) i w wieku 9 lat (51 osób) nie zaobserwowano żadnego z dwóch typów otworów łukowatych, odmiennie jak u niektórych badaczy [47,80].

W mojej pracy, nie wykazano statystycznie istotnej korelacji między występowaniem dwóch typów otworów z wiekiem. Nie stwierdzono też statystycznie istotnego trendu w usytuowaniu otworów łukowatych całkowitych w grupach wiekowych. Powyższe wyniki potwierdzają rezultaty badań innych autorów [7,14,20,31,44,47,48,50,95].

Pierwszy kręg szyjny jest strukturą odmienną w swej budowie i rozwoju w stosunku do pozostałych kręgów. Charakteryzuje się on nie tylko różną morfologią, lecz również rozwojem postnatalnym, a w szczególności łączeniem się poszczególnych części w procesie kostnienia [15,43,45,74,82,86]. W typowym kręgu chrząstkozrost nerwowo-centralny oznacza połączenie chrzęstne, występujące w rozwoju płodowym i pourodzeniowym między tzw. centrum czyli przyszłym trzonem, a łukami nerwowymi, prekursorami łuków kręgowych [110].

Zawiązek łuku przedniego kręgu szczytowego rozwija się z odrębnego punktu kostnienia wspólnie z zębem kręgu C2. W ten sposób po odłączeniu zęba, po obu przednio-bocznych stronach występują chrząstkozrosty nerwowo-centralne oraz pojedynczy, szerszy od poprzednich, chrząstkozrost tylny [15]. Jak wynika z różnych opracowań, nie ma ustalonej reguły, co do okresu kostnienia i połączenia chrzęstne kostnieją w różnym wieku. Chrząstkozrosty przednio-boczne zamykają się od 3 do 8 roku życia [4,15,40,43,56,58,63,74,82], a nawet do 12 roku życia [45].

Obie połowy łuków tylnych połączone chrząstkozrostem kostnieją również w różnych okresach, ale wcześniej niż poprzednie połączenia. Opisywano, że zazwyczaj następuje to między 3 a 5 rokiem życia [15,43,45,56,82] , a nawet do 9 roku życia [74]. Późne zamknięcie tych połączeń ma związek ze wzrastającym z wiekiem kanałem kręgowym, w wymiarze strzałkowym [86]. Nie zaobserwowano też powiązań pomiędzy obecnością mostów, a występowaniem innych anomalii [3].

W prezentowanych badaniach stwierdzono, że u większości dzieci posiadających otwór całkowity (od 5-18 lat) oraz częściowy (od 4-17 lat) łuki przednie i tylne były całkowicie połączone, z wyjątkiem pięciu przypadków, u których obserwowano brak połączeń łuku tylnego. Oznacza to, że występowanie otworu łukowego, nie wiąże się z kostnieniem chrząstkozrostów kręgu szczytowego.

Obecność otworów łukowatych w publikacjach innych autorów odnosi się często do przebiegu tętnicy kręgowej [7,15,39,60]. U pacjentów z otworami łukowatymi, a szczególnie całkowitymi, obserwowano objawy kliniczne w postaci zawrotów i bólu głowy [14,19,95,102,113]. Tambawala i wsp. [102] wykazali, że liczba pacjentów z bólami głowy stanowiła 6% w 34 przypadkach. Cacmak i wsp. [14], stwierdził różnice w występowaniu oznak bólowych u ludzi posiadających otwór łukowaty całkowity (12 osób na 30 badanych), zaś w stosunku do pacjentów z otworami łukowatymi częściowymi objawy te opisano tylko u 2 osób na 26 badanych. Odmienne poglądy zaprezentował Jain i wsp. [39] twierdząc, że zwężenie tętnicy kręgowej i obecność otworów łukowatych nie ma znaczenia klinicznego.

W badaniach własnych, na podstawie dostępnego wywiadu pacjentów, stwierdzono występowanie bólu głowy i zawrotów, tylko u ośmiu na 33 pacjentów z otworami całkowitymi. Pacjenci, posiadający otwory łukowate częściowe nie wykazywali żadnych z wyżej wymienionych objawów.

Otwór łukowaty jako anatomiczna zmienność występuje w różnych populacjach światowych średnio od 1,14 – 40,00% [6, 7, 25, 48, 55, 67,91,111,112]. Procentowe występowanie tej cechy w populacji polskiej stanowiło od 8 - 30,1% [103,104]. W obecnych badaniach, wskaźnik występowanie otworów łukowatych w badanej grupie wynosił 9,5%. W stosunku do populacji światowych [7,19,31,40,47,80, 95,100,109], procentowy wskaźnik występowania otworów łukowatych całkowitych i częściowych u dzieci polskich wykazał statystycznie istotne różnice w porównaniu z 9 populacjami innych krajów. Odmienne wyniki, stwierdzające brak znaczących różnic, dotyczyły 3 populacji: tureckiej, brazylijskiej i północno-wschodniej amerykańskiej [14,23,85].

Sądzę, że wyniki opracowane w przedstawionej pracy będą przydatne i pomocne przy diagnozowaniu i leczeniu schorzeń odcinka szyjnego kręgosłupa, szczególnie w obszarze połączenia potyliczno-szyjnego.

VI. Wnioski

1. Wśród 1035 dzieci populacji polskiej (w wieku od 1 miesiąca do 18 lat), otwory łukowate zaobserwowano u 72 pacjentów (48 płci męskiej i 24 płci żeńskiej). Wykazano łącznie 98 otworów łukowatych (56 całkowitych i 42 częściowe).

2. W badanej grupie nie stwierdzono korelacji pomiędzy obecnością otworów łukowatych a wiekiem i płcią. Nie stwierdzono również statystycznej zależności pomiędzy występowaniem otworów łukowatych całkowitych, a ich umiejscowieniem w obrębie kręgu szczytowego.

Analiza porównawcza badanej populacji polskiej z 12 wybranymi populacjami światowymi (na podstawie danych literaturowych) w zakresie częstości występowania otworów łukowatych nie wykazała statystycznie istotnych różnic, z grupami populacyjnymi Ameryki Północno-Wschodniej, Turcji i Brazylii, natomiast w pozostałych 9 populacjach stwierdzono różnice istotne statystycznie.

3. W badanej grupie 33 pacjentów z otworami łukowatymi całkowitymi, tylko w 8 przypadkach wystąpiły objawy kliniczne jak: bóle głowy, zawroty głowy, wymioty, zaburzenie widzenia, mogące świadczyć o ucisku tętnicy kręgowej. U pacjentów z otworami łukowatymi częściowymi nie stwierdzono powyższych objawów klinicznych.

VII. Streszczenie

Pierwszy kręg szyjny stanowi pomost między głową, a szyją, a także jest elementem strukturalnym stawów: szczytowo-potylicznego i szczytowo-obrotowego. W niektórych przypadkach na kręgu szczytowym mogą występować dodatkowe struktury, określane mianem zmienności, lub anomalii anatomicznych.

Jedną z takich zmienności jest obserwowany w prezentowanej pracy otwór łukowaty, którego sklepienie utworzone jest przez mostek kostny tylny, rozciągający się nad bruzdą tętnicy kręgowej, między brzegiem tylnym dołka stawowego górnego, a łukiem tylnym kręgu szczytowego. Tworzy on ograniczenia otworu łukowatego częściowego, lub otworu łukowatego całkowitego. W otworze tym mogą występować ważne naczynia: tętnica kręgowa z towarzyszącymi żyłami i splot nerwowy okołonaczyniowy.

W badaniach wykorzystano obrazy tomografii komputerowej głowy i szyi, uzyskane z bazy danych w Zakładzie Radiologii Pediatrycznej Szpitala Klinicznego im. Karola Jonschera Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu, w latach 2014-2017.

Na podstawie retrospektywnego przeglądu zdjęć tomografii komputerowej, przeprowadzono obserwacje częstości występowania otworów łukowatych na reprezentatywnej próbie 1035 dzieci (557 chłopców i 478 dziewcząt), w wieku od 1 miesiąca do 18 lat. Uzyskane dane liczbowe i procentowe przedstawiono w tabelach oraz poddano analizie statystycznej. Interpretację wyników przeprowadzono na dwóch poziomach: liczby otworów łukowatych – poziom struktury oraz liczby dzieci, posiadających badaną cechę – poziom osobniczy, z podziałem na płeć i wiek.

Wśród 1035 dzieci populacji polskiej (średnia wieku 12,9), otwory łukowate zaobserwowano u 72 pacjentów (48 płci męskiej i 24 płci żeńskiej). Wykazano łącznie 98 otworów łukowatych (56 całkowitych i 42 częściowe).

W badanej grupie nie stwierdzono korelacji pomiędzy obecnością otworów łukowatych a wiekiem i płcią. Nie stwierdzono również statystycznej zależności pomiędzy występowaniem otworów łukowatych całkowitych, a ich umiejscowieniem w obrębie kręgu szczytowego.

Analiza porównawcza badanej populacji polskiej z 12 wybranymi populacjami światowymi (na podstawie danych literaturowych) w zakresie częstości występowania otworów łukowatych nie wykazała statystycznie istotnych różnic, z grupami populacyjnymi Ameryki Północno-Wschodniej, Turcji i Brazylii, natomiast w pozostałych 9 populacjach stwierdzono różnice istotne statystycznie.

W badanej grupie 33 pacjentów z otworami łukowatymi całkowitymi, tylko w 8 przypadkach wystąpiły objawy kliniczne jak: bóle głowy, zawroty głowy, wymioty, mogące świadczyć o ucisku tętnicy kręgowej. U pacjentów z otworami łukowatymi częściowymi nie stwierdzono powyższych objawów klinicznych.

Znajomość budowy anatomicznej pierwszego kręgu szyjnego, a w szczególności występujących w nim dodatkowych elementów w postaci mostków kostnych tylnych, ograniczających otwory łukowate, może mieć znaczenie w ocenie obrazów radiologicznych i w diagnostyce szpitalnej.

VIII. Summary

The first cervical vertebra (C1 or atlas) bridges head and neck, as well as is a structural element of the atlantooccipital and atlantoaxial joints. In some cases, the atlas can exhibit additional structures, referred to as anatomical changes or anomalies.

One of such anatomical variation, presented in this dissertation, is the arcuate foramen. It is formed by the bony bridge passing over the sulcus of the vertebral artery, between the posterior margin of the superior articular surface and posterior arch of the atlas. This structure forms the limits, of both complete and incomplete arcuate foramen. This aperture contains essential blood vessels, such as the vertebral artery and veins, as well as the associated nerve plexus.

The presented study uses computer-assisted tomography generated images of head and neck, obtained from databases of the Department of Pediatric Radiology of Poznan University of Medical Science Karol Jonscher Clinical Hospital, collected in the years 2014-2017.

Based on a retrospective review of the CT images, an observation of arcuate foramen occurrence frequently was performed on a representative group of 1035 children (557 boys, and 478 girls), aged from one month to 18 years. The obtained numerical and percentage data were presented in tables and subjected to statistical analysis. Interpretation of results was conducted on two levels: the number of arcuate foramina (structural level), as well as the number of children exhibiting the studies anomaly, divided by age and gender (ontogenic level)

Among the 1035 children of the Polish population (a mean aged 12,9), arcuate foramina were observed in 72 patients (48 males and 24 females). Overall, 98 foramina were discovered (56 complete and 42 incomplete).

No correlation between the presence of arcuate foramina and age or gender was determined in the study group. No statistically significant connection was present between occurrence of arcuate foramina and their location in the atlas.

The comparative analysis of the studied Polish population with 12 chosen worldwide sample groups (based on literature data), considering the frequency of arcuate foramina occurrence, did not show any statistically significant differences with groups from North-East America, Turkey, or Brasil. The rest of the chosen groups were significantly different.

In the studies group of 33 patients with complete arcuate foramina, only 8 cases reported clinical symptoms, such as headache, vertigo, nausea or blurred vision, which could indicate the compression of vertebral arteries. No elevated clinical symptoms were determined in incomplete arcuate foramen patients.

The knowledge on the anatomical structure of the first cervical vertebra, particularly the ossified structures limiting arcuate foramina, could be essential in the evaluation of radiological images, as well as hospital diagnostics.

IX. Literatura

1. Ahmed R, Traynelis VC, Menzes AH. Fusions at the craniovertebral junction. *Childs Nerv Syst*, 2008,24:1209-1224.
2. Ahn J, Duran M, Syldort S, Rizvi A et al. Arcuate foramen: anatomy, embryology, nomenclature, pathology, and surgical consideration. *World Neurosurg*, 2018,118:197-202.
3. Alashkham A, Soames R. Bilateral foramina on the posterior arch of the atlas. *Rev Argde Anat Clin*, 2014, 6(2):90-04.
4. Allen W. On the varieties of the atlas in the human subject, and the homologies of its transverse processes. *J Anat*, 1879, 14:18-28.
5. Angel JL. A new measure of growth efficiency: skull base height. *Am J Phys Anthropol*, 1982, 58:297-305.
6. Arslan SG, Dildeş N, Kama JD. Cephalometric investigation of first cervical vertebrae morphology and hyoid position in young adults with different sagittal skeletal patterns. *The Scientific World J*, 2014, 1-8.
7. Baeesa SS, Bokhari RF, Bajunaid KM, Al-Sayyad MJ. Prevalence of the foramen arcuale of the atlas in a Saudi population. *Neurosciences*, 2012, 17(4):345-351.
8. Bayrakdar Şİ, Miloğlu Ö, Yeşiltepe S, Yılmaz AB. Ponticulus posticus in a cohort of orthodontic children and adolescent patients with different sagittal skeletal anomalies: a comparative cone beam computed tomography investigation. *Folia Morphol*, 2018, 77(1):65-71.
9. Billmann F, Le Minor JM, Steinwachs M. Bipartition of the superior articular facets of the first cervical vertebra (atlas or C1): a human variant probably specific among primates. *Ann Anat*, 2007, 189:79-85.
10. Bochenek A, Reicher M. Anatomia człowieka. Tom I. Wydanie X. PZWL, Warszawa 1990.
11. Bogduk N, Mercer S. Biomechanics of the cervical spine. I: normal kinematics. *Clin Biomech*, 2000, 15:633-648.
12. Briggs L, Hart J, Navis M, Clayton S, Boone R. Surface area congruence of atlas superior articulating facets and occipital condyles. *J Chiropractic Med*, 2008; 7:9-16.

- 13.** Cagnie B, Barbaix E, Vinck E, D'Herde K, Cambier D. A vertebral artery without atlantic and intradural sections: a case report and a review of the literature. *Ann Anat*, 2005, 187:271-275.
- 14.** Cakmak O, Gurdal E, Ekinci G, Yildiz, Cavdar S. Arcuate foramen and its clinical significance. *Saudi Med J*, 2005, 24 (9):1409-1413.
- 15.** Calvy TM, Segall HD, Gilles FH, Bird CR et al. CT anatomy of the craniovertebral junction in infants and children. *AJNR*, 1987, 8:489-494.
- 16.** Carvalho F, Rocha RT, Monteiro JTS, Pereira CU, et al. Vertebral artery groove anatomy. *Acta Ortop Bras*, 2009, 17(1):50-54.
- 17.** Castellana C, Kósa F. Morphology of the cervical vertebrae in the fetal-neonatal human skeleton. *J Anat*, 1999,194:147-152.
- 18.** Cederberg RA, Benson BW, Nunn M, English JD. Arcuate foramen: prevalence by age, gender, and degree of calcification. *Clin Orthod Res*, 2000, 3:162-167.
- 19.** Chitroda PK, KattiG, Baba IA, Najmudin MC et al. Ponticulus posticus on the posterior arch of atlas, prevalence analysis in symptomatic and asymptomatic patients of Gulbarga population. *J Clin Diagn Res*, 2013, 7(12):3044-3047.
- 20.** Cho YJ. Radiological analysis of ponticulus posticus in Koreans. *Yonsei Med J*, 2009, 50(1):45-49.
- 21.** Choi JW, Jeong JH, Moon SM, Hwang HS. Congenital cleft of anterior arch and partial aplasia of the posterior arch of the C1. *J Korean Neurosurg Soc*, 2011, 49:178-181.
- 22.** Cirpan S, Yonguc GN, Edizer M, Mas NG et al. Foramen arcuale: a rare morphological variation located in atlas vertebrae. *Surg Radiol Anat*, 2017, 39: 877-884.
- 23.** Closs SR, Freire AR, Costa ST, Araujo R et al. Ponticulus posticus: anatomical variation in posterior arch of the atlas vertebra evaluated in lateral cephalometric radiography. *BJMMR*, 2017, 21(12):1-10.
- 24.** Crockard HA, Stevens JM. Craniovertebral junction anomalies in inherited disorders: part of the syndrome or caused by the disorder? *Eur J Pediatr*, 1995, 154:504-512.

- 25.** Cushing KE, Ramesh V, Gardner-Medwin D, Todd NV et al. Tethering of the vertebral artery in the congenital arcuate foramen of the atlas vertebra: a possible cause of vertebral artery dissection in children. *Dev Med Child Neurol*, 2001, 43:491-496.
- 26.** David KM, McLachlan JC, Aiton JF, Whiten SC et al. Cartilaginous development of the human craniovertebral junction as visualised by a new three-dimensional computer reconstruction technique. *J Anat*, 1998, 192:269-277.
- 27.** Dorobisz AT, Herfurt W. Zespół kręgowo-podstawny i inne patologie tętnic kręgowych w ocenie dopplerowskiej. *Udar Mózgu*, 2001, 3(1):35-41.
- 28.** Elmalky MM, Elsayed S, Arealis G, Mehdian H. Congenital C1 arch deficiency: grand round presentation. *Eur Spine J*, 2013, 22:1223-1226.
- 29.** Erben A, Öge HK. Congenital malformations of the craniovertebral junction: classification and surgical treatment. *Acta Neurochir (Wien)*, 1994, 127: 180-185.
- 30.** Farman AG, Nortje CJ, De V.Joubert JJ. Radiographic profile of the first cervical vertebra. *J Anat*, 1979, 128(3):595-600.
- 31.** Geist JR, Geist S-M, Lin L-M. A cone beam CT investigation of ponticulus posticus and lateralis in children and adolescents. *Dentomaxillofac Radiol*, 2014, 43:1-7.
- 32.** Ghadimi MH, Amini F, Hamed S, Rakhshan V. Associations among sella turcica bridging, atlas arcuate foramen (ponticulus posticus) development, atlas posterior arch deficiency, and the occurrence of palatally displaced canine impaction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2017, 151(3): 513 -519.
- 33.** Grzymisławska M, Woźniak W. The development of the atlas and axis in staged human embryos. *Folia Morphol*, 2007, 66(3):222.
- 34.** Grzymisławska M, Woźniak W. Formation of the vertebral arches of the cervical, thoracic and lumbar vertebrae in early human fetuses. *Folia Morphol*, 2010, 69(3):177-179.
- 35.** Grzymisławska M. Rozwój kręgosłupa u zarodków i wczesnych płodów ludzkich (5-12 tydzień). *Praca doktorska. Katedra i Zakład Anatomii Prawidłowej, Poznań*, 2010.

- 36.** Guenkel S, Schlaepfer S, Gordic S, Wanner GA et al. Incidence and variants of posterior arch defects of the atlas vertebra. *Radiol Res Practice*, 2013, 1-3.
- 37.** Hallgren RC, Cattrysse E, Zrull JM. In vitro characterization of the anterior to posterior curvature of the superior articular facets of the atlas as a function of age. *Spine J*, 2011, 11:241-244.
- 38.** Hasan M, Shukla S, Siddiqui MS, Singh D. Posterolateral tunnels and ponticuli in human atlas vertebrae. *J Anat*, 2001, 199:339-343.
- 39.** Haynes M, Chiro BA, Cala LA, Melsom A et al. Posterior ponticles and rotational stenosis of vertebral arteries. A pilot study using Doppler ultrasound velocimetry and magnetic resonance angiography. *J Manipulative Physiol Ther*, 2005, 28:323-329.
- 40.** Hong JT, Lee SW, Son BC, Sung JH et al. Analysis of anatomical variations of bone and vascular structures around the posterior atlantal arch using three-dimensional computed tomography angiography. *J Neurosurg Spine*, 2008, 8:230-236.
- 41.** Jain N, Verma R, Garga VC, Baruah BP et al. CT and MR imaging of odontoid abnormalities: a pictorial review. *Indian J Radiol Imaging*, 2016, 26(1):108 -119.
- 42.** Jindal G, Pukenas B. Normal spinal anatomy on magnetic resonance imaging. *Magn Reson Imaging Clin N Am*, 2011, 19:475-488.
- 43.** Junewick JJ, Chin MS, Meesa IR, Ghori S et al. Ossification patterns of the atlas vertebra. *AJR*, 2011, 197:1229-1234.
- 44.** Karau BP, Ogeng'o JA, Hassamali J, Odula PO. Morphometry and variations of bony ponticles of the atlas vertebrae (C1) in Kenyans. *Int J Morphol*, 2010, 28(4):1019-1024.
- 45.** Karwacki GM, Schneider JF. Normal ossification patterns of atlas and axis: a CT study. *AJNR*, 2012, 33:1882-1887.
- 46.** Kasliwal MK, TraynelisVC. Hypertrophic posterior arch of atlas causing cervical myelopathy. *Asian Spine J*, 2012, 6(4):284-286.
- 47.** Kendrick GS, Biggs NL. Incidence of the ponticulus posticus of the first cervical vertebra between ages six to seventeen. *Anat Rec*, 1963, 145:449-453.

- 48.** Krishnamurthy A, Nayak SR, Khan S, Prabhu LV et al. Arcuate foramen of atlas: incidence, phylogenetic and clinical significance. *Rom J Morphol Embryol*, 2007, 48(3):263-266.
- 49.** Kwon JK, Kim MS, Lee GJ. The incidence and clinical implications of congenital defects of atlantal arch. *J Korean Neurosurg Soc*, 2009, 46:522-527.
- 50.** Lalit M, Paplani S, Arora AK, Kullar JS, Sharma T. Incidence of atlas bridges and tunnels – their phylogeny, ontogeny and clinical implications. *Rev Arg Anat Clin*, 2014, 6(1):26-34.
- 51.** Lee HJ, Kim JT, Shin MH, Choi DY, Hong JT. Quantification of pediatric cervical spine growth at the cranio-vertebral junction. *J Korean Neurosurg Soc*, 2015, 57(4):276-282.
- 52.** Lee HJ, Kim JT, Shin MH, Choi DY, Park YS et al. The ossification pattern in paediatric occipito-cervical spine: is it possible to estimate real age? *Clin Radiol*, 2015, 70:835-843.
- 53.** Le Minor J, Trost O. Bony ponticles of the atlas (C1) over the groove for the vertebral artery in human and primates: polymorphism and evolutionary trends. *Am J Phys Anthropol*, 2004, 125(1):16-29.
- 54.** Limousin CA. Foramen arcuale and syndrome of Barre-Lieou. *Int Orthop (SICOT)*, 1980, 4:19-23.
- 55.** Longbottom J. A case report of postulated 'Barré-Liéou syndrome'. *Acupunct Med*, 2005, 23(1):34-38.
- 56.** Lustrin ES, Karakas SP, Ortiz AO, Cinnamon J et al. Pediatric cervical spine: normal anatomy, variants, and trauma. *RadioGraphics*, 2003, 23:539-560.
- 57.** Manjunath KY. Posterior bridging of the atlas vertebra in south Indians. *Indian J Med Sci*, 2001, 55(9):488-490.
- 58.** Mardani M, Borujeni MJS, Esfandiary E. Congenital fusion of cervical vertebrae: a review on embryological etiology. *Rev Clin Med*, 2016, 13(4):148-153.
- 59.** Marino EA. Sex estimation using the first cervical vertebra. *Am J Phys Anthropol*, 1995, 97(2):127-133.

- 60.** Matshes EW, Joseph J. Pathologic evaluation of the cervical spine following surgical and chiropractic interventions. *J Forensic Sci*, 2012, 57(1):113-119.
- 61.** Mcalister A. Notes on the development and variations of the atlas. *Anat Physiol*, 1893, 27:518-542.
- 62.** McRae DL. Bony abnormalities in the region of the foramen magnum: correlation of the anatomic and neurologic findings. *Acta Radiol*, 1953, 40(2-3):335-354.
- 63.** Mechta UK, Geetha KN, Gaikward M, Chavan L. Posterior arch anomalies of atlas and its clinical significance. *Inter J Med Res Rev*, 2014, 2(4):361-366.
- 64.** Menzes AH. Craniocervical developmental anatomy and its implications. *Child Nerv Syst*, 2008, 24:1109-1122.
- 65.** Menzes AH, Fenoy KA. Remnants of occipital vertebrae: proatlas segmentation abnormalities. *Neurosurg*, 2009; 64(5):945-954.
- 66.** Meseke Ch, Duray SM, Brillon SR. Principal components analysis of the atlas vertebra. *J Manipulative Physiol Ther*, 2008, 31(3):212-216.
- 67.** Mitchell J. The incidence of the lateral bridge of the atlas vertebra. *J Anat*, 1998, 193: 283-285.
- 68.** Motagi MV, Ranganath V. Morphometric analysis of superior articular facets of atlas vertebra and its clinical applications in ergonomics of atlanto-occipital joints. *J Clin Diagn Res*, 2013, 7(12):2674-2676.
- 69.** Müller F, O'Rahilly R. Somitic-vertebral correlation and vertebral levels in the human embryo. *Am J Anat*, 1986, 177(1):3-19.
- 70.** Müller F, O'Rahilly R. Occipitocervical segmentation in staged human embryos. *J Anat*, 1994, 185:251-258.
- 71.** Müller F, O'Rahilly R. Segmentation in staged human embryos: the occipitocervical region revisited. *J Anat*, 2003, 203:297-315.
- 72.** NaderiS, Çakmakçı H, Acar F, Arman C et al. Anatomical and computed tomographic analysis of C1 vertebra. *Clin Neurol Neurosurg*, 2003, 105: 245-248.
- 73.** Ni Bin, Zhou F, Guo Q, Li Set al. Modified technique for C1-2 screw-rod fixation and fusion using autogenous bicortical iliac crest graft. *Eur Spine J*, 2012, 21:156-164.

74. Ogden JA. Radiology of postnatal skeletal development. XI. The first cervical vertebra. *Skeletal Radiol*, 1984, 12:169-177.
75. Okahara M, Kiyosue H, Mori H, Tanoue S et al. Anatomic variations of the cerebral arteries and their embryology: a pictorial review. *Eur Radiol*, 2002, 12:2548-2561.
76. O'Rahilly R, Meyer DB. The timing and sequence of events in the development of the human vertebral column during the embryonic period proper. *Anat Embryol*, 1979, 57:167-176.
77. O'Rahilly R, Müller F, Meyer DB. The human vertebral column at the end of the embryonic period proper.1. The column as a whole. *J Anat*, 1980, 131(3):565-575.
78. O'Rahilly R, Müller F, Meyer DB. The human vertebral column at the end of the embryonic period proper. 2. The occipitocervical region. *J Anat*, 1983, 136(1):181-195.
79. Paraskevas G, Papaziogas B, Tsonidis Ch, Kapetanios G. Gross morphology of the bridges over the vertebral artery groove on the atlas. *Surg Radiol Anat*, 2005, 27:127-136.
80. Perez IE, Chávez AK, Ponce D. Frequency of ponticulus posticus in lateral cephalometric radiography of Peruvian patients. *Int J Morphol*, 2014, 32(1):54-60.
81. Pękala PA, Henry BM, Phan K. Pękala JR et al. Presence of a foramen rcuale as a possible cause for headaches and migraine: systematic review and meta-analysis. *J Clin Neurosci*, 2018, 54:113-118.
82. Piatt JH, Grissom LE. Developmental anatomy of the atlas and axis in childhood by computed tomography. *J Neurosurg Pediatrics*, 2011, 8:235-243.
83. Prasad PK, Salunke P, Sahni D, Kalra P. „Soft that molds the hard”:geometric morphometry of lateral atlantoaxial joints focusing on the role of cartilage in changing the contour of bony articular surfaces. *J Craniovertebral Junction and Spine*, 2017, 8(4):354-358.
84. Prescher A, Brors D, Adam G. Anatomic and radiologic appearance of several variants of the craniocervical junction. *Skull Base Surg*, 1996, 6(2):83-94.

- 85** Pyo J, Lowman BM. The “ponticulus posticus” of the first cervical vertebra. *Radiology*, 1959, 72(6): 850-854.
- 86.** Rao RD, Tang S, Lim Chi, Yoganandan N. Developmental morphology and ossification patterns of the C1vertebra. *J Bone Joint Surg Am*, 2013, 95:e124(1-7).
- 87.** Ravichandran D. Shanthi KC, Srinivasan V. Vertebral artery groove in the atlas and its clinical significance. *J Clin Diagn Res*, 2011, 5(3):542-54
- 88.** Raybaud Ch. Anatomy and development of the craniovertebral junction. *Neurol Sci*, 2011, 32(3): S267-S270.
- 89.** Rios I, Mata-Eskolano F, Blanco-Pérez E, Llidó S et al. Acute headache attributed to whiplash in arcuate foramen and non-arcuate foramen subjects. *Eur Spine J*, 2017, 26:1262-1265.
- 90.** Sanchis-Gimeno JA, Aparicio L. Posterior arch defect in a dry atlas. *Eur Spine J*, 2011,20: 1574-1575.
- 91.** Sanchis-Gimeno JA, Llado S, Miquel-Feutch M, Quiles-Guinau L, Rios L et al. The decreasing prevalence of the arcuate foramen. *World Neurosurg*, 2018,110:521-525.
- 92.** Saunders SR, Popovich F. A family study of two skeletal variants: atlas bridging and clinoid bridging. *Am J Phys Anthropol*, 1978, 49(2):193-203.
- 93.** Schilling J, Schilling A, Galdames IS. Ponticulus posticus on the posterior arch of atlas, prevalence analysis in asymptomatic patients. *Int. J Morphol*, 2010, 28(1):317-322.
- 94.** Secerci AE, Soylu E, Arikan MP, Ozcan G et al. Prevalence and morphologic characteristics of ponticulus posticus: analysis using cone-beam computed tomography. *J Chiropr Med*, 2015, 14:153-161.
- 95.** Sharma V, Chaudhary D, Mitra R. Prevalence of ponticus posticus in Indian orthodontic patients. *Dentomaxillofac Radiol*, 2010, 39:277-283.
- 96.** Singh S. Variations of the superior articular facets of atlas vertebrae. *J Anat*, 1965, 99(3):565-571.
- 97.** Skórzewska A, Grzymisławska G, Bruska M, Łupicka J, Woźniak W. Ossification of the vertebral column in human fetuses: histological and computed tomography studies. *Folia Morphol*, 2003, 72(3):230-238.
- 98.** Smoker WRK. Craniovertebral junction: normal anatomy, craniometry, and congenital anomalies. *RadioGraphics*, 1994, 14(2):255-277.

- 99.** Sonnesen L, Petersen CE, Kjaer I. Cervical column morphology related to head posture, cranial base angle, and condylar malformation. *Eur J Orthod*, 2007, 29:398-403.
- 100.** Stubbs DM. The arcuate foramen: variability in distribution related to race and sex. *Spine*, 1992, 17(12):1502-1504.
- 101.** Taitz C, Nathan H. Some observations on the posterior and lateral bridge of the atlas. *Acta Anat*, 1986, 127:212-217.
- 102.** Tambavala SS, Karjodkar FR, Sansare K, Motghare D et al. Prevalence of ponticulus posticus on lateral cephalometric radiographs its association with cervicogenic headache and a review of literature. *World Neurosurg*, 2017, 103:566-575.
- 103.** Teo EC, Ng HW. First cervical vertebra (atlas) fracture mechanism studies using finite element method. *J Biomech*, 2001, 34: 13-21.
- 104.** Thavarajah D, McKenna P. Congenital absence of the anterior arch of the atlas: a normal variant. *Ann R Coll Surg Engl*, 2012, 94:a208-a20.
- 105.** Tubbs RS, Shoja MM, Shokouhi G, Farahani RM et al. Simultaneous lateral and posterior ponticles resulting in the formation of a vertebral artery tunnel of the atlas: case report and review of the literature. *Folia Neuropathol*, 2007, 45(1):43-46.
- 106.** Tubbs RS, Stetler W, Shoja MM, Loucas M et al. The lateral atlantooccipital ligament. *Surg Radiol Anat*, 2007, 29:219-223.
- 107.** Van Roy P, Caboor D, De Boelpaep S, Barbaix E, Clarys JP. Left-right asymmetries and other common anatomical variants of the first cervical vertebra. *Manual Ther*, 1997, 2(1):24-36.
- 108.** Vaněk P, Bradáč O, Lacy P, Konopková R et al. Vertebral artery and osseous anomalies characteristic at the craniocervical junction diagnosed by CT and 3D CT angiography in normal Czech population: analysis of 511 consecutive patients. *Neurosurg Rev*, 2017, 40:369-376.
- 109.** Wight S, Osborne S, Breen AC. Incidence of ponticulus posterior of the atlas in migraine and cervicogenic headache. *J Manipulative Physiol Ther*, 1999, 22(1):15-20.
- 110.** Wyburn GM. Observations on the development of the human vertebral column. *J Anat*, 1944, 78:94-102.

- 111.** Wysocki J, Bubrowski M, Reymond J, Kwiatkowski J. Anatomical variants of the cervical vertebrae and the first thoracic vertebra in man. *Folia Morphol*, 2003, 62(4):357-363.
- 112.** Wysocki J, Bubrowski M, Szymański I. Anomalie rozwojowe okolicy szczytowo-potylicznej i ich znaczenie dla zaburzeń słuchu i równowagi. *Otolaryngologia*, 2003, 2(2):65-71.
- 113.** Wysocki J, Krasucki K, Żywczyk Ł. Zaburzenia słuchu i równowagi w anomaliach anatomicznych i wadach rozwojowych. *Otolaryngologia*, 2005, 4(4): 177-182.
- 114.** Yamamoto A, Kunimatsu Y. Ontogenetic change and geographical variation of atlas bridging in Japanese macaques (*Macaca fuscata*). *Anthropol Sci*, 2006, 114:153-160.
- 115.** Yoganandan N, Pintar FA, Lew SM, Rao RD, Rangarajan N. Quantitative analyses of pediatric cervical spine ossification patterns using computed tomography. *Ann Adv Automotive Med*, 2011, 55:159-168.
- 116.** Young JP, Young PH, Ackermann MJ, Anderson PA, Riew KD. The ponticulus posticus: implications for screw insertion into the first cervical lateral mass. *J Bone Joint Surg*, 2005, 87A(1):2495-2498.
- 117.** Zalen-Sprock van RM, Brons JTJ, Vugt van JMG, Harten van der HJ et al. Ultrasonographic and radiologic visualization of the developing embryonic skeleton. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 1997, 9:392-397.
- 118.** Żukiel R. Stan wiedzy o kręgosłupie i rdzeniu kręgowym w Starożytności i Średniowieczu. *Neuroskop*, 2004; 6:111-118.

X. Spis tabel i rycin

Tabele

Tab.I. Występowanie otworu łukowatego całkowitego i częściowego w grupie 1035 badanych dzieci od 1 miesiąca – 18 lat.....	26-27
Tab.II. Występowanie otworu łukowatego całkowitego jednostronnego po stronie prawej lub lewej oraz po obu stronach jednocześnie z podziałem na płeć.....	35
Tab.III. Występowanie otworu łukowatego całkowitego w określonych grupach wiekowych.....	35
Tab.IV. Występowanie otworu łukowatego częściowego jednostronnego i obustronnego z podziałem na płeć.....	36
Tab.V. Występowanie otworu łukowatego częściowego jednostronnego i obustronnego w określonych grupach wiekowych.....	36
Tab.VI. Jednoczesne występowanie otworu łukowatego całkowitego i częściowego z podziałem na płeć.....	37
Tab.VII. Jednoczesne występowanie otworu łukowatego całkowitego i częściowego z podziałem na grupy wiekowe.....	37
Tab.VIII. Liczba dzieci z otworem łukowatym całkowitym jednostronnym oraz obustronnym z podziałem na płeć.....	38
Tab.IX. Liczba dzieci z otworem łukowatym całkowitym w określonych grupach wiekowych.....	38
Tab.X. Liczba dzieci z otworem łukowatym częściowym z podziałem na płeć.....	39
Tab.XI. Liczba dzieci z otworem łukowatym częściowym w określonych grupach wiekowych.....	39
Tab.XII. Liczba dzieci, posiadających otwory łukowate obustronne z podziałem na płeć	40
Tab.XIII. Liczba dzieci, posiadających otwory łukowate dwustronne z podziałem na grupy wiekowe.....	40
Tab.XIV. Występowanie otworów łukowatych i chrząstkozrostów.....	53

Tab.XV. Objawy kliniczne, występujące u dzieci z otworami łukowatymi całkowitymi	55
Tab.XVI. Ogólne zestawienie p - wartości, uzyskanych po analizie statystycznej dla poszczególnych tabel, za pomocą testów chi-kwadrat i Fishera Freemana Haltona.....	60
Tab.XVII. Częstość występowania otworów łukowatych w populacji polskiej i populacjach światowych.....	64

Ryciny

Ryc.1. Podział ogólnej liczby 1035 dzieci na płeć.....	16
Ryc.2. Ogólne zestawienie liczby wszystkich badanych dzieci z otworami łukowatymi oraz nie posiadających tych otworów.....	17
Ryc.3. Czaszka i pierwszy kręg szyjny 4-letniego chłopca; obraz TK w rekonstrukcji 3D (VRT), przedstawiający łuk tylny kręgu szczytowego bez otworu łukowatego.....	20
Ryc.4. Czaszka i pierwszy kręg szyjny dziewczynki w wieku 18 lat, w obrazie TK w rekonstrukcji 3D (VRT).....	21
Ryc.5. Czaszka i kręg C1 8-letniego chłopca w obrazie TK, w rekonstrukcji 3D (VRT).....	22
Ryc.6. Czaszka i pierwszy kręg szyjny u dziewczynki w wieku 12 lat, w obrazie TK w rekonstrukcji 3D (VRT).....	23
Ryc.7. Czaszka i pierwszy kręg szyjny u 12-letniego chłopca, w obrazie TK w rekonstrukcji 3D (VRT).....	25
Ryc.8. Podział 98 otworów łukowatych na dwa typy: całkowite i częściowe, występujące w kręgu szczytowym.....	28
Ryc.9. Miejsce i liczba występowania otworów łukowatych w kręgu C1...	29
Ryc.10. Porównanie liczby 1035 obserwowanych dzieci z podziałem na płeć.....	30
Ryc.11. Liczba dzieci z wszystkimi otworami łukowatymi.....	31
Ryc.12. Zestawienie liczby i miejsca występowania otworów łukowatych oraz liczby osób z tymi otworami w pierwszym kręgu szyjnym.....	33
Ryc.13. Częstość występowania otworów łukowatych w poszczególnych grupach wiekowych.....	42
Ryc.14. Procentowy udział dzieci, posiadających otwory łukowate.....	42
Ryc.15. Czaszka i kręgi szyjne 14-letniego chłopca w obrazie TK.....	45
a. w rekonstrukcji 3D VRT	
b. w rekonstrukcji 2D MPR w projekcji strzałkowej	
Ryc.16. Czaszka i kręg C1 12-letniej dziewczynki w obrazie TK, w rekonstrukcji 2D MPR - projekcja strzałkowa.....	46

Ryc.17. Czaszka i pierwszy kręg szyjny dziewczynki w wieku 12 lat; obraz TK w rekonstrukcji 3D VRT.....	47
Ryc.18. Czaszka i kręg C1 16-letniej dziewczynki:.....	49
a. obraz TK w rekonstrukcji 3D VRT	
b. w rekonstrukcji 2D MPR	
Ryc.19. Zdjęcie TK czaszki i kręgów szyjnych chłopca w wieku 5 lat. Obraz w rekonstrukcji 3D VRT.....	51
Ryc. 20. Obraz TK pierwszego kręgu szyjnego 12-letniego chłopca, w rekonstrukcji 2D MPR, w projekcji poprzecznej.....	51
Ryc.21. Zdjęcie TK czaszki i kręgu C1 12-letniego chłopca.....	52
a. w rekonstrukcji 3D VRT	
b. w rekonstrukcji 2D MPR	
Ryc.22. Zdjęcie TK czaszki i kręgów szyjnych chłopca w wieku 4 lat (2011 r.).....	57
a. w rekonstrukcji 3D VRT	
b. w rekonstrukcji 2D MPR	
Ryc. 23. Czaszka i kręg C1 chłopca w wieku 8 lat - 2015 r.....	58
a. obraz TK w rekonstrukcji 3D VRT	
b. w rekonstrukcji 2D MPR – projekcja strzałkowa	
Ryc. 24. Czaszka i kręgi szyjne chłopca w wieku 10 lat (2017 r.).....	59
a. obraz TK w rekonstrukcji 3D VRT	
b. w rekonstrukcji 2D MPR – w przekroju strzałkowym	

XI. Załączniki

Załącznik nr 1. Zgoda Komisji Bioetycznej, dotycząca prowadzenia badań naukowych



UNIwersytet Medyczny Im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Komisja Bioetyczna przy Uniwersytecie Medycznym
Im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Collegium Stomatologicum
ul. Bukowska 70
60-812 Poznań

tel. (+48 61) 854 73 36
www.bioetyka.ump.edu.pl

Uchwała nr 1025/18

Na podstawie przepisów Ustawy z dnia 5 grudnia 1996 r. o zawodach lekarza i lekarza dentysty (t.j. Dz. U. z 2017, poz. 125 z późn. zm.); Rozporządzenia Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 11 maja 1999r. w sprawie szczegółowych zasad powoływania i finansowania oraz trybu działania komisji bioetycznych (Dz. U. Nr 47, poz. 480); Ustawy z dnia 6 września 2001r. Prawo farmaceutyczne (t.j. Dz. U. z 2016, poz. 2142 z późn. zm.); Rozporządzenia Ministra Finansów z dnia 30 kwietnia 2004r. w sprawie obowiązkowego ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej badacza i sponsora (Dz. U. 2004 nr 101, poz. 1034 z późn. zm.); Rozporządzenia Ministra Finansów z dnia 18 maja 2005r. zmieniające rozporządzenie w sprawie obowiązkowego ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej badacza i sponsora (Dz. U. Nr 101, poz. 845); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 30 kwietnia 2004r. w sprawie sposobu prowadzenia badań klinicznych z udziałem małoletnich (Dz. U. 2004 Nr 104, poz. 1108); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 30 kwietnia 2004r. w sprawie zgłaszania niespodziewanego ciężkiego niepożądanego działania produktu leczniczego (Dz. U. Nr 104, poz. 1107); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 17 lutego 2016 r. I w sprawie wzajemnych wniosków związanych z badaniem klinicznym wyrobu medycznego lub aktywnego wyrobu medycznego do implantacji oraz wysokości opłat za złożenie tych wniosków (Dz. U. z 2016 r., poz. 208); Ustawy z dnia 20 maja 2010 r. o wyrobach medycznych (t.j. Dz. U. z 2017r. poz. 211, z późn. zm.); Rozporządzenie Ministra Finansów z dnia 6 października 2010 r. w sprawie obowiązkowego ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej sponsora i badacza klinicznego w związku z prowadzeniem badania klinicznego wyrobów (Dz. U. 2010, Nr 194 poz. 1290); Ustawy z dnia 18 marca 2011 r. o Urzędzie Rejestracji Produktów Leczniczych, Wyrobów Medycznych i Produktów Biobójczych (t.j. Dz. U. z 2016 r., poz. 1718); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 2 maja 2012r. w sprawie Dobrej Praktyki Klinicznej (Dz. U. 2012, poz. 489); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 2 maja 2012r. w sprawie wzajemnych wniosków przedkładanych w związku z badaniem klinicznym produktu leczniczego oraz w sprawie wysokości i sposobu uiszczania opłat za złożenie wniosku o rozpoczęcie badania klinicznego (Dz. U. 2012, Nr 0 poz. 491); w oparciu o Deklarację Helsińską - Zasady Etycznego Postępowania w Eksperymentach Medycznym z Udziałem Ludzi oraz przepisy ICH GCP.

Komisja Bioetyczna, na posiedzeniu w dniu 11 października 2018 r.

rozpatrzyła wniosek dotyczący prowadzenia badań naukowych.

Kierownik projektu: prof. dr hab. Małgorzata Bruska

Miejsce prowadzenia badań:

Katedra i Zakład Anatomii Prawidłowej UMP

Główny badacz: mgr Alicja Sroka

Temat badań:

„Otwór łukowaty w kręgu szczytowym w obrazach tomografii komputerowej u dzieci”.

Komisja podjęła Uchwałę o pozytywnym zaopiniowaniu poprawek wprowadzonych do protokołu powyższego badania, polegających na przerehabrowaniu tematu badań z „Badania rozwojowe i anatomiczne otworu łukowatego pierwszego kręgu szyjnego” na powyższy, zgodnie z Aneks nr 1 z dnia 11.10.2018r. do Uchwały Komisji Bioetycznej nr 884/15 z dnia 01.10.2015r.

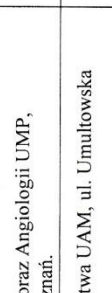
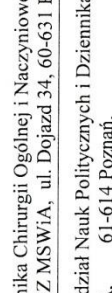
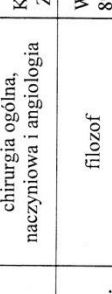
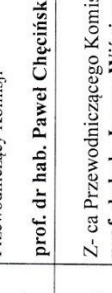
Metodyka nie uległa zmianom.

Przewodniczący Komisji

prof. zw. dr hab. med. Paweł Chęciński

Załącznik nr 1. Zgoda Komisji Bioetycznej, dotycząca prowadzenia badań naukowych (ciąg dalszy)

Podpisy członków Komisji Bioetycznej podejmujących Uchwałę nr 1025/18 z dnia 11.10.2018r.

Lp.	Imię i Nazwisko	Specjalność	Miejsce Pracy	Podpis
1.	Przewodniczący Komisji prof. dr hab. Paweł Chęciński	chirurgia ogólna, naczyniowa i angiologia	Klinika Chirurgii Ogólnej i Naczyniowej oraz Angiologii UMP, ZOZ MSWiA, ul. Dojazd 34, 60-631 Poznań.	
2.	Z-ca Przewodniczącego Komisji prof. dr hab. Janusz Wiśniewski	filozof	Wydział Nauk Politycznych i Dziennikarstwa UAM, ul. Umultowska 89A, 61-614 Poznań.	
3.	prof. dr hab. Zygmunt Adamski	dermatologia i wenerologia	Katedra i Klinika Dermatologii UMP, ul. Przybyszewskiego 49, 60-355 Poznań	
4.	dr Krystyna Babiak	prawnik	Kancelaria Rady Prawnego, dr Krystyna Babiak, ul. Czartoria 1/2, 61-102 Poznań.	-----
5.	ks. prof. UAM dr hab. Andrzej Bohdanowicz	teologia	Wydział Teologiczny Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu, ul. Wieżowa 2/4, Poznań	
6.	prof. dr hab. Maciej Krawczyński	genetyka kliniczna, okulistyka	Katedra i Zakład Genetyki Medycznej UMP, ul. Rokietnicka 8, 60-806 Poznań.	
7.	mgr Jolanta Łojko-Kołodziejczak	pielęgniarka	Pielęgniarka Oddziałowa Izby Przyjęć Pediatrii Szpitala Klinicznego im. Karola Jonschera UMP, ul. Szpitalna 27/33, 60-572 Poznań.	
8.	mgr Krystyna Malinger	farmaceuta	Apteka Ginekologiczno-Położniczego Szpitala Klinicznego UMP, ul. Polna 33, 60-535 Poznań.	
9.	prof. dr hab. Andrzej Marszałek	patomorfologia	Katedra i Zakład Patologii i Profilaktyki Nowotworów UMP, ul. Garbary 15, 61-866 Poznań.	-----
10.	prof. dr hab. Maciej Owecki	choroby wewnętrzne, endokrynologia	Zakład Zdrowia Publicznego UMP, ul. Dąbrowskiego 79, 60-529 Poznań.	
11.	prof. dr hab. Wojciech Służewski	pediatria, neurologia dziecięca, choroby zakaźne	Klinika Chorób Zakaźnych i Neurologii Dziecięcej UMP, ul. Szpitalna 27/33, 60-572 Poznań.	
12.	prof. dr hab. Robert Spaczyński	ginekologia i położnictwo	Klinika Niepłodności i Endokrynologii Rozrodo UMP, ul. Polna 33, 60-535 Poznań.	-----
13.	dr med. Piotr Tomczak	onkologia kliniczna, radioterapia	Klinika Onkologii UMP, ul. Szamarzewskiego 82/84, 60-569 Poznań.	-----
14.	prof. dr hab. Joanna Twarowska-Hauser	psychiatria	Klinika Psychiatrii Dorosłych, Zakład Genetyki w Psychiatrii UMP, ul. Rokietnicka 8, 60-806 Poznań.	
15.	prof. dr hab. Henryk Wysocki	choroby wewnętrzne, kardiologia	Wyższa Szkoła Pedagogiki i Administracji im. Mieszka I w Poznaniu, ul. Bułgarska 55, 60-320 Poznań.	

Załącznik nr 2. Liczba badanych pacjentów, stanowiących próbę reprezentatywną, z wyodrębnieniem grupy z otworami łukowatymi.

Lp.	Data badania pacjenta	Wiek w miesiącach (m-c) i latach (l)	Płeć M- męska K- żeńska	Liczba otworów łukowatych	
				całkowitych	częściowych
1	30.05.2014	4 m-c	M		
2	17.06.2014	7 m-c	M		
3	03.07.2014	3 m-c	M		
4	11.07.2014	2 m-c	M		
5	10.07.2014	9 m-c	M		
6	27.05.2014	2 m-c	M		
7	16.07.2014	5 m-c	M		
8	20.04.2014	2 m-c	M		
9	09.04.2014	2 m-c	M		
10	09.07.2014	6 m-c	M		
11	05.08.2014	9 m-c	M		
12	02.09.2014	9 m-c	M		
13	04.01.2011	3 m-c	M		
14	14.01.2015	7 m-c	M		
15	02.09.2015	11 m-c	M		
16	28.08.2015	5 m-c	M		
17	13.11.2016	1 m-c	M		
18	10.09.2013	5 m-c	M		
19	09.07.2013	6 m-c	M		

20	21.05.2013	6 m-c	M		
21	07.05.2013	7 m-c	M		
22	29.01.2013	10 m-c	M		
23	23.05.2017	12 m-c	M		
24	12.07.2017	9 m-c	M		
25	17.07.2017	11 m-c	M		
26	12.07.2017	11 m-c	M		
27	2017.07.21	8 m-c	M		
28	14.08.2017	12 m-c	M		
29	12.07.2017	9 m-c	M		
30	03.08.2014	6 m-c	K		
31	21.08.2014	3 m-c	K		
32	29.07.2014	8 m-c	K		
33	27.08.2014	3 m-c	K		
34	30.06.2014	9 m-c	K		
35	23.07.2014	6 m-c	K		
36	03.02.2015	10 m-c	K		
37	10.06.2014	4 m-c	K		
38	20.01.2015	10 m-c	K		
39	06.02.2015	11 m-c	K		
40	28.04.2013	5 m-c	K		
41	24.09.2013	5 m-c	K		
42	25.09.2013	9 m-c	K		
43	09.10.2013	11 m-c	K		
44	02.10.2013	7 m-c	K		

45	09.08.2017	8 m-c	K		
46	25.08.2014	2 l	M		
47	01.08.2014	2 l	M		
48	07.02.2015	2 l	M		
49	14.01.2015	2 l	M		
50	08.01.2015	2 l	M		
51	13.01.2015	2 l	M		
52	16.01.2015	2 l	M		
53	01.09.2015	2 l	M		
54	28.02.2013	2 l	M		
55	11.09.2015	2 l	M		
56	18.09.2015	2 l	M		
57	11.09.2015	2 l	M		
58	15.05.2015	2 l	M		
59	07.04.2016	2 l	M		
60	16.06.2016	2 l	M		
61	17.06.2016	2 l	M		
62	20.06.2016	2 l	M		
63	09.02.2013	2 l	M		
64	01.06.2013	2 l	M		
65	18.02.2013	2 l	M		
66	05.02.2013	2 l	M		
67	17.05.2017	2 l	M		
68	03.05.2017	2 l	M		
69	17.06.2017	2 l	M		

70	14.07.2017	2 I	M		
71	11.07.2017	2 I	M		
72	12.07.2017	2 I	M		
73	22.08.2017	2 I	M		
74	30.08.2017	2 I	M		
75	04.07.2013	2 I	K		
76	23.08.2014	2 I	K		
77	25.06.2014	2 I	K		
78	12.01.2011	2 I	K		
79	17.01.2011	2 I	K		
80	30.01.2015	2 I	K		
81	15.03.2015	2 I	K		
82	22.03.2016	2 I	K		
83	21.01.2016	2 I	K		
84	20.07.2013	2 I	K		
85	25.09.2015	2 I	K		
86	05.06.2016	2 I	K		
87	06.12.2016	2 I	K		
88	27.10.2016	2 I	K		
89	21.02.2014	2 I	K		
90	08.01.2014	2 I	K		
91	10.02.2010	2 I	K		
92	25.07.2013	2 I	K		
93	09.02.2010	2 I	K		
94	28.05.2017	2 I	K		

95	02.05.2017	2 I	K		
96	06.06.2017	2 I	K		
97	25.06.2017	2 I	K		
98	16.06.2017	2 I	K		
99	15.08.2017	2 I	K		
100	04.06.2014	3 I	M		
101	18.06.2014	3 I	M		
102	20.07.2013	3 I	M		
103	22.10.2013	3 I	M		
104	01.01.2015	3 I	M		
105	13.02.2015	3 I	M		
106	18.02.2015	3 I	M		
107	30.01.2015	3 I	M		
108	04.08.2014	3 I	M		
109	28.08.2014	3 I	M		
110	19.07.2017	3 I	M		
111	10.09.2015	3 I	M		
112	15.09.2015	3 I	M		
113	11.09.2015	3 I	M		
114	20.03.2016	3 I	M		
115	15.09.2015	3 I	M		
116	29.02.2016	3 I	M		
117	04.04.2016	3 I	M		
118	04.04.2016	3 I	M		
119	19.06.2016	3 I	M		

120	01.06.2016	3 I	M		
121	20.05.2016	3 I	M		
122	03.06.2016	3 I	M		
123	06.05.2016	3 I	M		
124	16.05.2016	3 I	M		
125	09.06.2016	3 I	M		
126	08.12.2016	3 I	M		
127	22.11.2016	3 I	M		
128	20.07.2013	3 I	M		
129	12.07.2013	3 I	M		
130	24.05.2013	3 I	M		
131	18.11.2013	3 I	M		
132	24.05.2017	3 I	M		
133	21.06.2017	3 I	M		
134	12.06.2017	3 I	M		
135	13.07.2017	3 I	M		
136	17.07.2017	3 I	M		
137	19.07.2017	3 I	M		
138	23.07.2017	3 I	M		
139	11.08.2017	3 I	M		
140	28.05.2014	3 I	K		
141	06.08.2014	3 I	K		
142	09.07.2014	3 I	K		
143	05.01.2015	3 I	K		
144	09.09.2015	3 I	K		

145	20.05.2015	3 I	K		
146	17.05.2015	3 I	K		
147	20.10.2015	3 I	K		
148	13.10.2015	3 I	K		
149	01.04.2016	3 I	K		
150	27.05.2013	3 I	K		
151	01.04.2016	3 I	K		
152	18.06.2016	3 I	K		
153	04.02.2016	3 I	K		
154	28.11.2013	3 I	K		
155	02.09.2013	3 I	K		
156	07.11.2013	3 I	K		
157	28.10.2013	3 I	K		
158	19.07.2013	3 I	K		
159	11.07.2017	3 I	K		
160	12.07.2017	3 I	K		
161	24.07.2017	3 I	K		
162	11.08.2017	3 I	K		
163	05.06.2014	4 I	M		
164	03.07.2014	4 I	M		
165	08.05.2014	4 I	M		
166	31.08.2014	4 I	M		
167	03.02.2011	4 I	M		
168	31.12.2014	4 I	M		
169	01.01.2015	4 I	M		

170	10.03.2015	4 I	M		
171	14.09.2015	4 I	M		
172	17.04.2011	4 I	M		
173	03.03.2014	4 I	M		
174	15.09.2015	4 I	M		
175	11.03.2014	4 I	M		
176	11.04.2016	4 I	M		
177	15.04.2016	4 I	M		
178	01.06.2016	4 I	M		
179	11.12.2016	4 I	M		
180	23.04.2013	4 I	M		
181	29.04.2013	4 I	M		
182	26.09.2013	4 I	M		
183	06.07.2013	4 I	M		
184	12.05.2017	4 I	M		
185	05.06.2017	4 I	M		
186	29.06.2017	4 I	M		
187	21.06.2017	4 I	M		
188	13.07.2017	4 I	M		
189	24.07.2017	4 I	M		
190	10.08.2014	4 I	K		
191	19.08.2014	4 I	K		
192	28.01.2011	4 I	K		
193	09.03.2015	4 I	K		
194	26.08.2015	4 I	K		

195	12.09.2015	4 I	K		
196	26.08.2015	4 I	K		1
197	02.10.2015	4 I	K		
198	02.04.2016	4 I	K		
199	13.04.2016	4 I	K		
200	30.03.2016	4 I	K		
201	01.06.2016	4 I	K		
202	07.05.2016	4 I	K		
203	25.05.2016	4 I	K		
204	21.06.2016	4 I	K		
205	11.11.2016	4 I	K		
206	16.01.2013	4 I	K		
207	13.07.2013	4 I	K		
208	27.01.2014	4 I	K		
209	30.08.2013	4 I	K		
210	23.05.2013	4 I	K		
211	23.03.2017	4 I	K		
212	22.06.2017	4 I	K		
213	06.06.2017	4 I	K		
214	27.03.2017	4 I	K		
215	25.08.2017	4 I	K		
216	18.06.2014	5 I	M		
217	25.10.2013	5 I	M		
218	03.08.2014	5 I	M		
219	01.06.2014	5 I	M		

220	27.08.2013	5 l	M		
221	17.03.2014	5 l	M		
222	10.09.2014	5 l	M		
223	26.01.2011	5 l	M		
224	21.01.2015	5 l	M		1
225	28.01.2015	5 l	M		1
226	17.12.2014	5 l	M		
227	14.03.2015	5 l	M		
228	19.05.2015	5 l	M		
229	22.09.2015	5 l	M		
230	21.04.2016	5 l	M		
231	13.04.2016	5 l	M		
232	24.06.2016	5 l	M		
233	23.06.2016	5 l	M		1
234	21.06.2016	5 l	M		
235	02.06.2016	5 l	M		
236	17.06.2016	5 l	M		
237	22.06.2016	5 l	M		
238	20.07.2016	5 l	M		
239	22.05.2017	5 l	M		
240	12.04.2013	5 l	M		
241	25.07.2013	5 l	M		
242	26.02.2013	5 l	M		
243	14.02.2013	5 l	M		
244	13.02.2013	5 l	M		

245	07.06.2017	5 l	M		
246	12.06.2017	5 l	M	2	
247	29.06.2017	5 l	M		
248	18.02.2017	5 l	M		
249	01.03.2017	5 l	M		
250	14.06.2017	5 l	M		
251	18.07.2017	5 l	M		
252	21.07.2017	5 l	M		
253	04.08.2017	5 l	M		
254	25.08.2017	5 l	M		
255	29.08.2017	5 l	M		
256	27.08.2014	5 l	K		
257	11.06.2014	5 l	K		
258	29.08.2014	5 l	K		
259	08.09.2014	5 l	K		
260	02.09.2014	5 l	K		
261	29.01.2015	5 l	K		
262	29.12.2014	5 l	K		
263	06.04.2016	5 l	K		
264	30.07.2009	5 l	K		
265	21.04.2016	5 l	K		
266	19.05.2016	5 l	K		
267	15.06.2016	5 l	K		
268	24.05.2016	5 l	K		
269	24.05.2016	5 l	K		

270	19.12.2016	5 l	K		
271	15.06.2013	5 l	K		
272	18.03.2013	5 l	K		
273	22.01.2013	5 l	K		
274	05.07.2013	5 l	K		
275	26.03.2013	5 l	K		
276	15.04.2014	5 l	K		
277	14.06.2017	5 l	K		
278	28.06.2017	5 l	K		
279	10.07.2017	5 l	K		
280	21.05.2011	5 l	K		
281	30.07.2014	6 l	M		
282	06.08.2014	6 l	M		
283	26.08.2014	6 l	M		
284	04.02.2011	6 l	M		
285	13.02.2015	6 l	M		
286	28.01.2015	6 l	M		
287	12.02.2015	6 l	M		
288	27.06.2015	6 l	M		
289	25.09.2015	6 l	M		
290	08.10.2015	6 l	M		
291	13.06.2016	6 l	M		
292	02.06.2016	6 l	M		
293	31.05.2016	6 l	M		
294	13.05.2016	6 l	M		

295	13.05.2016	6 l	M		
296	20.05.2016	6 l	M		
297	25.05.2016	6 l	M		
298	31.05.2016	6 l	M		
299	30.04.2013	6 l	M		
300	31.10.2013	6 l	M		
301	22.01.2014	6 l	M		
302	04.07.2013	6 l	M		
303	30.04.2013	6 l	M		
304	25.05.2017	6 l	M		
305	25.05.2017	6 l	M		
306	22.06.2017	6 l	M		
307	07.06.2017	6 l	M		
308	02.06.2017	6 l	M		
309	16.06.2017	6 l	M		
310	21.07.2017	6 l	M		
311	21.07.2017	6 l	M		
312	11.07.2017	6 l	M		
313	20.07.2017	6 l	M		
314	11.08.2017	6 l	M		
315	02.08.2014	6 l	K		
316	02.07.2014	6 l	K		
317	07.02.2015	6 l	K		
318	30.12.2014	6 l	K		
319	30.01.2015	6 l	K		

320	15.01.2015	6 l	K		
321	13.02.2015	6 l	K		
322	13.03.2015	6 l	K		
323	18.05.2015	6 l	K		
324	15.10.2015	6 l	K		
325	15.06.2015	6 l	K		
326	12.02.2016	6 l	K		
327	15.04.2016	6 l	K		
328	25.03.2016	6 l	K		
329	15.06.2016	6 l	K		
330	22.06.2016	6 l	K		
331	05.05.2016	6 l	K		
332	31.05.2013	6 l	K		
333	31.05.2013	6 l	K		
334	24.11.2013	6 l	K		
335	06.03.2013	6 l	K		
336	15.04.2014	6 l	K		
337	09.06.2017	6 l	K		
338	13.06.2017	6 l	K		
339	09.06.2017	6 l	K		
340	24.06.2017	6 l	K		
341	02.07.2017	6 l	K		
342	20.02.2017	6 l	K		
343	09.08.2017	6 l	K		
344	14.08.2017	6 l	K		

345	14.08.2017	6 l	K		
346	28.05.2014	7 l	M		
347	26.06.2014	7 l	M		
348	04.09.2014	7 l	M		
349	12.01.2011	7 l	M		
350	28.01.2015	7 l	M		
351	11.02.2015	7 l	M		
352	05.12.2014	7 l	M		
353	24.03.2015	7 l	M		
354	02.09.2015	7 l	M		
355	01.09.2015	7 l	M		
356	30.09.2015	7 l	M		
357	14.04.2016	7 l	M		
358	18.05.2016	7 l	M		
359	05.05.2016	7 l	M		1
360	05.05.2016	7 l	M		
361	17.06.2016	7 l	M		
362	18.05.2016	7 l	M		
363	20.05.2016	7 l	M		
364	05.12.2016	7 l	M		
365	19.12.2016	7 l	M		
366	24.11.2016	7 l	M		
367	26.04.2013	7 l	M		
368	27.03.2013	7 l	M		
369	29.05.2013	7 l	M		

370	28.02.2013	7 I	M		
371	11.07.2013	7 I	M		
372	24.05.2017	7 I	M		
373	07.07.2017	7 I	M		
374	11.07.2017	7 I	M		
375	23.07.2017	7 I	M		
376	28.07.2017	7 I	M		
377	23.08.2017	7 I	M		
378	16.08.2017	7 I	M		
379	25.08.2017	7 I	M		
380	19.07.2014	7 I	K		
381	19.07.2014	7 I	K		
382	27.08.2013	7 I	K		
383	11.01.2011	7 I	K		
384	10.10.2014	7 I	K		
385	11.06.2014	7 I	K		
386	15.03.2015	7 I	K		
387	18.03.2015	7 I	K		
388	27.05.2015	7 I	K		
389	23.09.2015	7 I	K		
390	31.05.2016	7 I	K		
391	22.06.2016	7 I	K		
392	28.09.2016	7 I	K	2	
393	01.12.2016	7 I	K		
394	12.09.2016	7 I	K		

395	11.09.2013	7 I	K		
396	12.07.2013	7 I	K		
397	08.07.2013	7 I	K		
398	12.09.2013	7 I	K		
399	28.05.2013	7 I	K		
400	10.05.2017	7 I	K		
401	21.05.2017	7 I	K		
402	18.05.2017	7 I	K		
403	16.06.2017	7 I	K		
404	20.07.2017	7 I	K		
405	21.07.2017	7 I	K		
406	12.07.2017	7 I	K		
407	08.08.2017	7 I	K		
408	09.08.2017	7 I	K		
409	15.06.2014	8 I	M		
410	31.07.2014	8 I	M		
411	20.07.2014	8 I	M		
412	06.02.2015	8 I	M		
413	28.12.2014	8 I	M		
414	20.03.2015	8 I	M		
415	10.04.2015	8 I	M	1	
416	30.03.2015	8 I	M		
417	24.04.2015	8 I	M		
418	11.09.2015	8 I	M		
419	26.03.2016	8 I	M		

420	23.03.2016	8 l	M		
421	02.02.2016	8 l	M		
422	28.03.2016	8 l	M		
423	06.02.2016	8 l	M		
424	05.06.2016	8 l	M		
425	07.06.2016	8 l	M		1
426	12.12.2016	8 l	M		
427	20.12.2016	8 l	M		1
428	21.02.2014	8 l	M		
429	02.09.2013	8 l	M		
430	23.01.2014	8 l	M	2	
431	06.02.2014	8 l	M		
432	29.03.2013	8 l	M	2	
433	22.05.2017	8 l	M		
434	28.06.2017	8 l	M		
435	20.03.2017	8 l	M		
436	14.06.2017	8 l	M		
437	02.07.2017	8 l	M		
438	21.07.2017	8 l	M	2	
439	19.07.2017	8 l	M		
440	10.07.2017	8 l	M		
441	02.07.2017	8 l	M		
442	26.07.2017	8 l	M		
443	28.07.2017	8 l	M		
444	19.07.2014	8 l	K		

445	29.12.2014	8 I	K		
446	14.01.2015	8 I	K		
447	26.08.2015	8 I	K		
448	14.04.2016	8 I	K		
449	08.06.2016	8 I	K		
450	24.06.2016	8 I	K		
451	21.06.2016	8 I	K		
452	14.06.2016	8 I	K		
453	11.12.2016	8 I	K		
454	14.06.2012	8 I	K		
455	06.12.2013	8 I	K		
456	03.01.2014	8 I	K		
457	12.09.2013	8 I	K		
458	07.07.2013	8 I	K		
459	03.05.2017	8 I	K		
460	12.05.2017	8 I	K		
461	09.08.2017	8 I	K		
462	18.08.2017	8 I	K		
463	18.08.2014	9 I	M		
464	31.01.2015	9 I	M		
465	05.02.2015	9 I	M		
466	25.03.2015	9 I	M		
467	03.04.2015	9 I	M		
468	02.04.2015	9 I	M		
469	05.09.2015	9 I	M		

470	14.12.2015	9 I	M		
471	18.04.2016	9 I	M		
472	20.04.2016	9 I	M		
473	24.05.2016	9 I	M		
474	20.05.2016	9 I	M		
475	25.12.2016	9 I	M		
476	16.11.2016	9 I	M		
477	20.10.2016	9 I	M		
478	16.12.2013	9 I	M		
479	26.09.2013	9 I	M		
480	05.11.2013	9 I	M		
481	22.10.2013	9 I	M		
482	02.09.2013	9 I	M		
483	09.06.2017	9 I	M		
484	07.07.2017	9 I	M		
485	27.06.2017	9 I	M		
486	27.06.2017	9 I	M		
487	07.08.2017	9 I	M		
488	17.08.2017	9 I	M		
489	21.08.2014	9 I	K		
490	19.09.2014	9 I	K		
491	19.09.2014	9 I	K		
492	16.01.2015	9 I	K		
493	14.09.2015	9 I	K		
494	07.08.2013	9 I	K		

495	24.03.2016	9 I	K		
496	15.06.2016	9 I	K		
497	03.06.2016	9 I	K		
498	16.06.2016	9 I	K		
499	06.05.2016	9 I	K		
500	20.06.2016	9 I	K		
501	16.12.2016	9 I	K		
502	21.12.2016	9 I	K		
503	19.09.2013	9 I	K		
504	09.04.2014	9 I	K		
505	15.02.2013	9 I	K		
506	08.01.2014	9 I	K		
507	28.05.2013	9 I	K		
508	07.08.2013	9 I	K		
509	07.06.2017	9 I	K		
510	09.06.2017	9 I	K		
511	02.08.2017	9 I	K		
512	27.07.2017	9 I	K		
513	15.08.2017	9 I	K		
514	26.06.2014	10 I	M		
515	10.02.2015	10 I	M		
516	29.03.2015	10 I	M		
517	21.08.2015	10 I	M		
518	22.09.2015	10 I	M		
519	29.03.2016	10 I	M		

520	15.04.2016	10 l	M	1	
521	05.04.2016	10 l	M		
522	15.06.2016	10 l	M		
523	23.06.2016	10 l	M		
524	22.06.2016	10 l	M		
525	26.05.2016	10 l	M		
526	16.06.2016	10 l	M	1	
527	06.12.2016	10 l	M		
528	29.05.2013	10 l	M		
529	21.08.2013	10 l	M		
530	24.07.2013	10 l	M		
531	13.09.2013	10 l	M		
532	18.07.2017	10 l	M		
533	09.08.2017	10 l	M		
534	02.08.2017	10 l	M		
535	22.07.2017	10 l	M		
536	19.07.2017	10 l	M		
537	09.08.2017	10 l	M		
538	18.08.2017	10 l	M		
539	23.07.2013	10 l	M		
540	22.06.2014	10 l	K		
541	02.07.2014	10 l	K		
542	25.01.2011	10 l	K		
543	11.02.2015	10 l	K		
544	07.09.2015	10 l	K		

545	04.03.2016	10 l	K		
546	12.04.2016	10 l	K		
547	11.04.2016	10 l	K		
548	22.05.2016	10 l	K		
549	08.12.2016	10 l	K		
550	27.12.2016	10 l	K		
551	01.12.2016	10 l	K		
552	01.12.2016	10 l	K		
553	23.10.2013	10 l	K		
554	12.11.2013	10 l	K		
555	27.11.2013	10 l	K		
556	18.10.2013	10 l	K		
557	13.07.2013	10 l	K		
558	18.03.2015	10 l	K		
559	09.06.2017	10 l	K		
560	10.05.2017	10 l	K		
561	01.07.2017	10 l	K		
562	05.08.2017	10 l	K		
563	23.06.2014	11 l	M		
564	29.07.2014	11 l	M		
565	07.08.2014	11 l	M		
566	18.12.2014	11 l	M		
567	09.01.2015	11 l	M		
568	25.03.2015	11 l	M		
569	25.03.2015	11 l	M		

570	28.08.2015	11 l	M		
571	24.04.2015	11 l	M		
572	15.04.2016	11 l	M		
573	22.06.2016	11 l	M		
574	04.06.2016	11 l	M		
575	16.06.2016	11 l	M		
576	11.04.2016	11 l	M		
577	07.12.2016	11 l	M		
578	08.09.2013	11 l	M		
579	23.10.2013	11 l	M		
580	05.09.2013	11 l	M		
581	13.09.2013	11 l	M		
582	03.07.2013	11 l	M		
583	07.07.2017	11 l	M		
584	17.05.2017	11 l	M		
585	05.06.2017	11 l	M		
586	21.07.2017	11 l	M		
587	01.02.2017	11 l	M		
588	06.08.2017	11 l	M		
589	03.08.2017	11 l	M		
590	10.08.2017	11 l	M		
591	23.10.2013	11 l	M		
592	18.12.2013	11 l	K		
593	11.01.2011	11 l	K		
594	11.02.2015	11 l	K		

595	08.09.2015	11 l	K		
596	23.09.2015	11 l	K	1	1
597	20.10.2015	11 l	K		
598	12.04.2016	11 l	K		
599	04.05.2016	11 l	K		
600	09.05.2016	11 l	K		
601	15.12.2016	11 l	K		
602	19.02.2013	11 l	K		
603	06.05.2013	11 l	K		
604	18.12.2013	11 l	K		
605	20.11.2013	11 l	K		
606	13.03.2014	11 l	K		
607	10.05.2017	11 l	K		
608	11.06.2017	11 l	K		
609	19.06.2017	11 l	K		
610	02.06.2017	11 l	K		
611	26.05.2017	11 l	K		
612	07.08.2017	11 l	K		
613	10.08.2017	11 l	K		
614	07.05.2016	11 l	K		
615	11.06.2017	11 l	K		
616	06.05.2016	11 l	K		
617	06.08.2017	11 l	K		
618	07.09.2015	11 l	K		
619	09.06.2014	12 l	M	1	1

620	29.07.2014	12 l	M		
621	11.08.2014	12 l	M		
622	04.04.2014	12 l	M		
623	13.09.2014	12 l	M		
624	19.12.2014	12 l	M		
625	10.01.2015	12 l	M		
626	31.01.2015	12 l	M	1	1
627	19.02.2015	12 l	M		
628	12.05.2015	12 l	M		
629	29.01.2016	12 l	M	1	1
630	01.10.2015	12 l	M		
631	26.03.2016	12 l	M		
632	04.04.2016	12 l	M		
633	11.05.2016	12 l	M		1
634	19.05.2016	12 l	M		
635	16.05.2016	12 l	M		
636	09.06.2010	12 l	M		
637	23.10.2013	12 l	M		
638	10.12.2013	12 l	M		
639	12.10.2013	12 l	M		
640	07.02.2014	12 l	M	1	
641	30.10.2013	12 l	M	1	
642	06.06.2017	12 l	M		
643	21.02.2017	12 l	M		
644	02.06.2017	12 l	M		

645	03.06.2017	12 I	M		
646	19.06.2017	12 I	M		
647	06.06.2017	12 I	M		
648	11.07.2017	12 I	M		
649	19.02.2017	12 I	M		
650	27.07.2017	12 I	M		
651	24.08.2017	12 I	M		
652	05.07.2014	12 I	K	1	
653	25.08.2014	12 I	K		
654	08.08.2014	12 I	K		
655	04.02.2011	12 I	K		
656	27.01.2011	12 I	K		
657	06.11.2014	12 I	K	1	
658	25.03.2015	12 I	K		
659	22.06.2012	12 I	K		
660	08.04.2016	12 I	K		
661	09.04.2016	12 I	K		
662	09.05.2016	12 I	K		
663	08.04.2016	12 I	K		
664	13.12.2016	12 I	K		
665	10.05.2013	12 I	K		
666	24.09.2013	12 I	K		
667	23.10.2013	12 I	K		
668	23.10.2013	12 I	K		
669	27.03.2013	12 I	K		

670	19.07.2017	12 l	K		
671	28.02.2017	12 l	K		
672	26.05.2017	12 l	K		
673	21.07.2017	12 l	K		
674	28.07.2017	12 l	K		
675	30.07.2017	12 l	K		
676	17.05.2016	12 l	K		1
677	13.08.2017	12 l	K		
678	07.07.2014	13 l	M		
679	11.08.2014	13 l	M		
680	06.09.2014	13 l	M		
681	17.01.2015	13 l	M		
682	15.01.2015	13 l	M		
683	08.02.2015	13 l	M	1	
684	26.01.2015	13 l	M		
685	07.01.2015	13 l	M		
686	17.12.2014	13 l	M		
687	18.12.2013	13 l	M		
688	01.03.2016	13 l	M		
689	06.06.2016	13 l	M		
690	05.05.2016	13 l	M		
691	23.05.2016	13 l	M	2	
692	20.06.2016	13 l	M		
693	17.05.2016	13 l	M	2	
694	17.05.2016	13 l	M		

695	13.05.2016	13 l	M		
696	13.05.2016	13 l	M		
697	31.08.2016	13 l	M		
698	10.11.2016	13 l	M		
699	10.05.2017	13 l	M	2	
700	05.06.2013	13 l	M		
701	05.06.2013	13 l	M		
702	02.09.2013	13 l	M		
703	22.11.2013	13 l	M		
704	27.09.2013	13 l	M		
705	08.06.2017	13 l	M		
706	06.07.2017	13 l	M		
707	14.06.2017	13 l	M		
708	02.06.2017	13 l	M		
709	23.06.2017	13 l	M		
710	31.07.2017	13 l	M		
711	23.08.2017	13 l	M		
712	11.08.2014	13 l	K		
713	27.08.2013	13 l	K		
714	17.07.2014	13 l	K		
715	17.06.2014	13 l	K		
716	23.07.2014	13 l	K	1	1
717	14.02.2014	13 l	K		
718	23.01.2015	13 l	K		
719	15.01.2015	13 l	K	1	

720	09.03.2015	13 I	K		
721	23.09.2017	13 I	K		
722	17.09.2015	13 I	K		
723	16.02.2016	13 I	K		
724	10.02.2016	13 I	K		
725	01.04.2016	13 I	K		
726	19.06.2016	13 I	K		
727	28.05.2016	13 I	K		
728	12.05.2016	13 I	K		
729	19.05.2016	13 I	K		
730	01.06.2016	13 I	K		
731	27.07.2017	13 I	K		
732	05.04.2016	13 I	K		
733	14.12.2016	13 I	K		
734	06.12.2016	13 I	K		
735	10.11.2016	13 I	K		
736	25.11.2016	13 I	K		
737	14.12.2016	13 I	K		
738	27.01.2014	13 I	K		
739	20.08.2013	13 I	K		
740	04.11.2013	13 I	K		
741	04.11.2013	13 I	K		
742	30.09.2013	13 I	K		
743	24.05.2017	13 I	K		
744	04.07.2017	13 I	K		

745	17.05.2017	13 l	K		
746	24.03.2017	13 l	K		
747	05.05.2017	13 l	K		
748	28.07.2017	13 l	K		
749	19.07.2017	13 l	K		
750	20.08.2017	13 l	K	2	
751	01.08.2014	14 l	M		
752	11.08.2014	14 l	M		
753	13.08.2014	14 l	M		1
754	23.08.2014	14 l	M		1
755	27.08.2014	14 l	M		
756	26.02.2014	14 l	M		1
757	15.02.2015	14 l	M		1
758	05.05.2011	14 l	M		
759	06.05.2011	14 l	M		
760	14.05.2015	14 l	M		
761	09.09.2015	14 l	M		1
762	08.09.2015	14 l	M		
763	18.09.2015	14 l	M		
764	08.09.2015	14 l	M		
765	16.02.2016	14 l	M	1	
766	23.11.2015	14 l	M		
767	18.09.2015	14 l	M		
768	11.11.2015	14 l	M		
769	13.05.2016	14 l	M		

770	13.05.2016	14 l	M		
771	10.05.2016	14 l	M		
772	08.06.2016	14 l	M		
773	02.06.2016	14 l	M		
774	01.12.2016	14 l	M		
775	03.12.2012	14 l	M		
776	22.07.2013	14 l	M		
777	15.07.2013	14 l	M		
778	18.11.2013	14 l	M		
779	09.10.2013	14 l	M		
780	29.06.2017	14 l	M		
781	02.06.2017	14 l	M		
782	19.07.2017	14 l	M		
783	23.06.2017	14 l	M		
784	22.05.2017	14 l	M		
785	21.07.2017	14 l	M	2	
786	11.08.2017	14 l	M		1
787	28.08.2017	14 l	M		
788	24.08.2017	14 l	M		
789	15.07.2014	14 l	K		
790	23.01.2015	14 l	K		
791	18.12.2014	14 l	K		
792	01.04.2015	14 l	K	1	
793	18.09.2015	14 l	K		
794	22.09.2015	14 l	K		1

795	18.09.2015	14 l	K		
796	18.12.2015	14 l	K		
797	12.04.2016	14 l	K	1	1
798	05.05.2016	14 l	K		
799	06.06.2016	14 l	K		
800	03.06.2016	14 l	K		
801	31.05.2016	14 l	K		
802	09.12.2016	14 l	K		
803	24.11.2016	14 l	K		
804	10.11.2016	14 l	K		
805	06.06.2013	14 l	K		
806	04.04.2013	14 l	K		
807	19.07.2013	14 l	K		
808	07.01.2014	14 l	K		
809	23.07.2013	14 l	K		
810	23.03.2017	14 l	K		
811	06.06.2017	14 l	K		
812	13.07.2017	14 l	K		
813	18.08.2017	14 l	K		
814	02.06.2014	15 l	M	1	
815	214-08-18	15 l	M		
816	16.03.2014	15 l	M		
817	09.07.2014	15 l	M		
818	01.08.2014	15 l	M		1
819	14.01.2011	15 l	M		

820	19.12.2014	15 l	M		
821	18.08.2014	15 l	M		
822	21.01.2015	15 l	M		
823	25.03.2015	15 l	M		
824	09.09.2015	15 l	M		
825	28.08.2015	15 l	M	1	
826	26.08.2015	15 l	M		1
827	23.09.2015	15 l	M		
828	09.09.2015	15 l	M		
829	17.09.2015	15 l	M		
830	23.09.2015	15 l	M		
831	27.05.2016	15 l	M		
832	17.05.2016	15 l	M	1	1
833	21.11.2016	15 l	M		
834	19.09.2016	15 l	M		
835	19.05.2017	15 l	M	1	1
836	29.06.2013	15 l	M		
837	23.09.2013	15 l	M		
838	21.09.2013	15 l	M		
839	21.09.2013	15 l	M		
840	21.09.2013	15 l	M		
841	21.06.2017	15 l	M		
842	26.06.2017	15 l	M		
843	19.07.2017	15 l	M		1
844	14.07.2017	15 l	M		

845	01.08.2017	15 l	M		
846	11.08.2017	15 l	M		
847	19.08.2017	15 l	M		
848	09.07.2014	15 l	K		
849	11.01.2014	15 l	K		1
850	11.08.2014	15 l	K		
851	10.09.2014	15 l	K		
852	16.01.2015	15 l	K		
853	15.01.2015	15 l	K		
854	04.02.2015	15 l	K		
855	15.07.2015	15 l	K		
856	17.09.2015	15 l	K		
857	25.03.2016	15 l	K		
858	05.05.2016	15 l	K		
859	17.06.2016	15 l	K		
860	13.05.2016	15 l	K		
861	18.05.2016	15 l	K		
862	10.11.2016	15 l	K		
863	29.07.2016	15 l	K	2	
864	29.09.2016	15 l	K		
865	18.11.2016	15 l	K		
866	15.12.2016	15 l	K		
867	09.12.2016	15 l	K		
868	15.12.2016	15 l	K		
869	01.11.2013	15 l	K		

870	01.10.2013	15 l	K		
871	13.02.2013	15 l	K		
872	29.10.2013	15 l	K		
873	17.05.2013	15 l	K		
874	10.06.2017	15 l	K		
875	27.06.2017	15 l	K		
876	02.06.2017	15 l	K		
877	29.06.2017	15 l	K		
878	27.01.2017	15 l	K		
879	14.08.2017	15 l	K		
880	23.07.2017	15 l	K		
881	01.07.2011	15 l	K		
882	25.08.2017	15 l	K		
883	17.06.2014	16 l	M		1
884	25.08.2014	16 l	M		
885	25.08.2014	16 l	M		
886	03.02.2015	16 l	M		
887	25.02.2015	16 l	M		
888	19.12.2014	16 l	M		
889	02.02.2015	16 l	M		
890	05.03.2015	16 l	M	2	
891	13.03.2015	16 l	M		1
892	02.08.2015	16 l	M		1
893	28.08.2015	16 l	M		
894	10.08.2015	16 l	M		

895	22.09.2015	16 l	M	1	
896	03.10.2015	16 l	M		
897	08.10.2014	16 l	M		
898	23.09.2015	16 l	M		2
899	01.04.2016	16 l	M		
900	05.04.2016	16 l	M		
901	10.05.2016	16 l	M		
902	31.05.2016	16 l	M		
903	16.06.2016	16 l	M		
904	08.06.2016	16 l	M		
905	25.05.2016	16 l	M		
906	17.08.2016	16 l	M		
907	24.11.2016	16 l	M		
908	20.05.2013	16 l	M		
909	25.09.2013	16 l	M		
910	23.12.2013	16 l	M		
911	24.01.2014	16 l	M		
912	10.03.2017	16 l	M		
913	01.07.2017	16 l	M		
914	05.06.2017	16 l	M		
915	27.06.2017	16 l	M		
916	10.07.2017	16 l	M		
917	01.07.2017	16 l	M		
918	02.08.2014	16 l	K		
919	12.08.2014	16 l	K		

920	27.08.2013	16 l	K		
921	12.01.2011	16 l	K	1	
922	09.01.2015	16 l	K		
923	21.01.2015	16 l	K		
924	17.02.2015	16 l	K		1
925	25.03.2016	16 l	K		
926	11.05.2016	16 l	K	1	
927	06.05.2016	16 l	K	1	
928	04.05.2016	16 l	K		
929	20.05.2016	16 l	K		
930	09.06.2016	16 l	K		
931	10.05.2016	16 l	K		1
932	20.12.2016	16 l	K		
933	07.12.2016	16 l	K		1
934	10.04.2013	16 l	K		
935	03.10.2013	16 l	K		
936	28.09.2013	16 l	K		
937	04.07.2013	16 l	K		
938	08.02.2013	16 l	K		
939	16.05.2017	16 l	K	2	
940	16.05.2017	16 l	K		
941	10.01.2017	16 l	K		
942	21.06.2017	16 l	K		
943	20.06.2017	16 l	K		
944	11.07.2017	16 l	K		

945	14.07.2017	16 l	K		
946	08.07.2017	16 l	K		
947	30.06.2017	16 l	K		
948	11.07.2017	16 l	K		
949	19.07.2017	16 l	K		
950	02.08.2017	16 l	K		
951	06.08.2017	16 l	K		
952	11.08.2017	16 l	K		
953	21.08.2014	17 l	M		
954	07.03.2014	17 l	M		
955	03.09.2014	17 l	M		
956	25.12.2015	17 l	M	2	
957	11.02.2015	17 l	M		
958	30.01.2015	17 l	M		
959	18.12.2014	17 l	M		
960	10.02.2015	17 l	M		
961	04.09.2015	17 l	M		
962	22.12.2015	17 l	M		
963	10.02.2016	17 l	M		
964	15.06.2016	17 l	M		
965	04.05.2016	17 l	M		
966	08.06.2016	17 l	M		
967	06.06.2016	17 l	M		2
968	15.04.2016	17 l	M	2	
969	03.09.2016	17 l	M		2

970	15.12.2016	17 l	M		
971	21.12.2013	17 l	M		
972	18.03.2013	17 l	M		
973	11.07.2013	17 l	M		
974	11.09.2013	17 l	M		
975	30.10.2013	17 l	M		
976	08.05.2017	17 l	M		
977	04.07.2017	17 l	M		
978	13.07.2017	17 l	M		
979	21.07.2017	17 l	M		
980	13.07.2017	17 l	M		
981	25.07.2017	17 l	M		
982	06.08.2017	17 l	M		
983	25.08.2017	17 l	M		
984	31.07.2014	17 l	K		
985	07.08.2014	17 l	K		1
986	27.08.2014	17 l	K		
987	18.07.2014	17 l	K		
988	07.11.2013	17 l	K		
989	07.08.2014	17 l	K		
990	06.09.2014	17 l	K		
991	19.01.2015	17 l	K		
992	26.12.2014	17 l	K		
993	30.01.2015	17 l	K		
994	27.12.2014	17 l	K		

995	30.01.2015	17 l	K		
996	15.12.2014	17 l	K		
997	08.01.2015	17 l	K		
998	25.03.2015	17 l	K		
999	12.05.2015	17 l	K		1
1000	14.09.2015	17 l	K		
1001	01.10.2015	17 l	K		
1002	12.04.2016	17 l	K		
1003	31.05.2016	17 l	K		
1004	11.06.2016	17 l	K		
1005	11.05.2016	17 l	K		
1006	09.06.2016	17 l	K		
1007	09.05.2016	17 l	K		
1008	09.06.2016	17 l	K		
1009	19.12.2016	17 l	K		
1010	06.12.2016	17 l	K		
1011	06.12.2016	17 l	K		
1012	20.12.2016	17 l	K		
1013	06.05.2017	17 l	K		
1014	31.10.2013	17 l	K		
1015	07.11.2013	17 l	K		
1016	04.11.2013	17 l	K		
1017	18.03.2013	17 l	K		
1018	15.11.2013	17 l	K		
1019	30.05.2017	17 l	K		

1020	06.06.2017	17 l	K		
1021	06.05.2017	17 l	K		
1022	02.06.2017	17 l	K		
1023	01.06.2017	17 l	K		
1024	13.06.2017	17 l	K		
1025	12.07.2017	17 l	K		
1026	10.07.2017	17 l	K		
1027	02.08.2017	17 l	K		
1028	24.07.2017	17 l	K		
1029	06.08.2017	17 l	K		
1030	20.08.2017	17 l	K		
1031	19.08.2017	17 l	K		
1032	06.09.2014	18 l	M		
1033	19.05.2016	18 l	M		
1034	12.07.2017	18 l	M		
1035	20.01.2015	18 l	K	1	
Razem				56 otwory łukowate całkowite	42 otwory łukowate częściowe