

Anatomia topograficzna tętnicy szyjnej wewnętrznej w odcinku wewnątrzskroniowym

Topographical anatomy of the internal carotid artery in its petrous segment

JAROSŁAW WYSOCKI^{1,2/}, IRENEUSZ SZYMAŃSKI^{3/}, IZABELA JANIUK^{1/}

^{1/} Zakład Morfologii Kręgowców Akademii Podlaskiej w Siedlcach, ul. B. Prusa 12, 08-110 Siedlce

^{2/} Zakład Anatomii Prawidłowej AM w Warszawie, ul. Chałubińskiego 5, 02-004 Warszawa

^{3/} S.P.Z.O.Z/Warszawa-Białoleka, ul. Marywilska 44, 03-042 Warszawa

Tętnica szyjna wewnętrzna jest jedną z najważniejszych struktur leżących w obrębie kości skroniowej. Przebiega w kości stosunkowo krótkim kanałem, mierzącym zaledwie 12-15 mm długości, ale na swym przebiegu nie tylko współtworzy jedną ze ścian jamy bębnekowej, ale także sąsiaduje z szeregiem istotnych struktur. Dla otochirurgów istotne jest jej sąsiedztwo z zakrętem podstawnym ślimaka (0,25-4,2 mm), trąbką słuchową (0,1-0,6 mm), nerwem trójdzielnym (0,05-0,15 mm) i zatoką skalistą dolną (0,2-0,45 mm). Bliskie sąsiedztwo ze ślimakiem sprawia, że podczas wykonywania wszczepu wewnątrzślimakowego, w przypadkach obliteracji schodów ślimaka, należy zachować szczególną ostrożność. Skomplikowany rozwój filo- i ontogenetyczny tętnic głowy sprawia, że u ludzi może dochodzić do szeregu odmian w zakresie występowania i przebiegu tętnicy szyjnej wewnętrznej. Należą do nich: brak lub zboczenia przebiegu tętnicy, czy też obecność przetrwałej tętnicy strzemiączkowej. O odmianach tych, choć rzadkich (od 0,01% do 1% populacji w zależności od rodzaju odmiany), należy pamiętać podczas wszelkich manipulacji w obrębie ucha środkowego i wewnętrznego.

Otolaryngologia, 2003, 2(4), 161-166

Słowa kluczowe: kość skroniowa, tętnica szyjna wewnętrzna, anatomia, przegląd

Internal carotid artery is one of the most important structures of the temporal bone. Passing through relatively short (12-15 mm) canal in the bone, it forms one of the tympanic cavity walls, and also borders upon several important structures. For otosurgeons, very important is its close proximity to the basal turn of the cochlea (0.25-4.2 mm), Eustachian tube (0.1-0.6 mm), trigeminal nerve (0.05-0.15 mm) and inferior petrous sinus (0.2-0.45 mm). The proximity to the cochlea makes intracochlear implantation procedures in obstructed and obliterated cochleas considerably more difficult and risky than in patent ones. Complex filo- and ontogenetic development of the cephalic arteries causes that many variants of the internal carotid artery are possible, differing in their form and location. Here are some examples: internal carotid artery non-existent or relocated, or persistent stapedia artery present. These anatomical variants, although very rare (from 0.01% to 1% of population, depending on type of the variant) must be kept in mind during all manual interventions in the middle or internal ear.

Otolaryngologia, 2003, 2(4), 161-166

Key words: temporal bone, internal carotid artery, anatomy, review

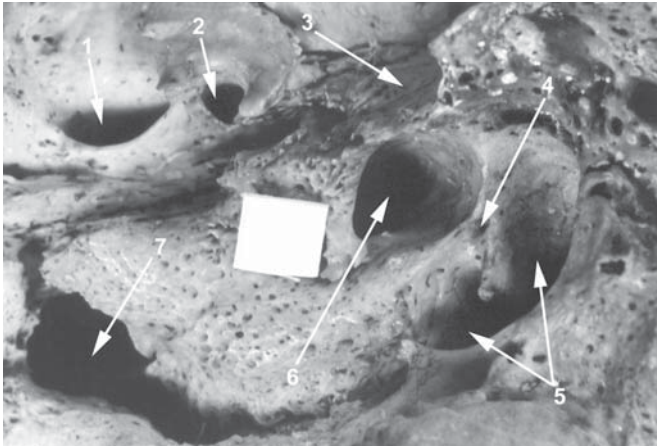
WPROWADZENIE

Tętnica szyjna wewnętrzna na drodze z przestrzeni przygardłowej do wnętrza czaszki biegnie własnym kanałem, leżącym w całości w obrębie piramidy kości skroniowej [1,2]. Związek tętnicy szyjnej wewnętrznej z narządem słuchu i równowagi jest prawie wyłącznie topograficzny i ukształtował się w wyniku skomplikowanych przeobrażeń, zachodzących w okresie embrionalnym [3,4]. Wykształcona w pełni tętnica szyjna wewnętrzna jest w gromadzie ssaków rzadkością, a ludzki model unaczynienia mózgowia prezentują tylko naczelnice i zajęczaki, podczas gdy u pozostałych rzędów ssaków model ten jest bardzo odległy od ludzkiego [5]. Bagaż ewolucji jaki każdy z nas nosi, sprawia jednak, że niekiedy dochodzi do ekspresji pewnych genów, co prowadzi do powstania

odmiany anatomicznej. Warto zatem pamiętać o tym, że to, co u człowieka jest odmianą, bywa normą u niektórych zwierząt. Ułatwia to zrozumienie, czym w istocie jest odmiana rozwojowa. Znajomość tych odmian, choć rzadkich, jest niezbędna każdemu lekarzowi, w którego obszarze zainteresowań leży otochirurgia.

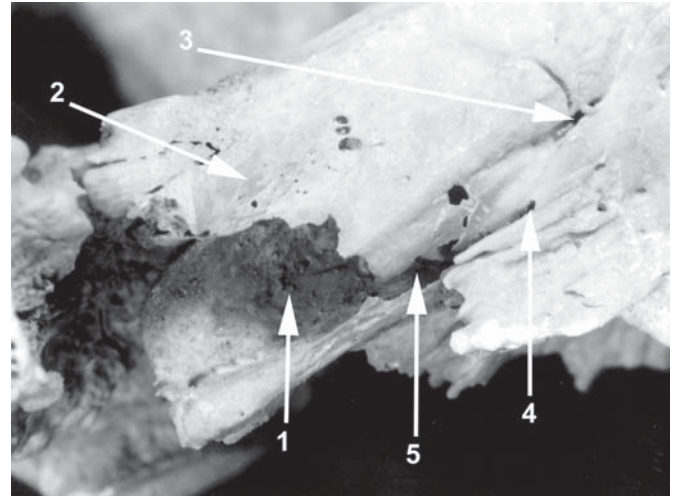
Anatomia topograficzna

Kanał tętnicy szyjnej (*canalis caroticus*) rozpoczyna się na dolnej ścianie części skalistej kości skroniowej otworem zewnętrznym kanału tętnicy szyjnej (*foramen externum canalis carotici*), a kończy otworem wewnętrznym (*foramen internum canalis carotici*), leżącym na szczycie piramidy (ryc. 1, 2). Przebieg kanału przypomina nieco rozciągnięty pierścień. Przy czym, początkowo



Ryc. 1. Widok podstawy czaszki, strona lewa

1. otwór owalny
2. otwór kolcowy
3. ujście gardłowe kostnej części trąbki słuchowej
4. dołek skalisty kości skroniowej
5. dół szyjny
6. otwór zewnętrzny kanału tętnicy szyjnej
7. otwór poszarpany

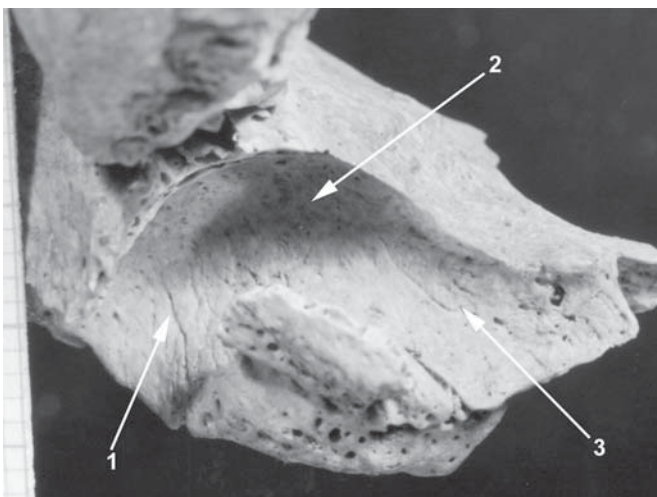


Ryc. 2. Widok ściany przedniej kości skroniowej lewej

1. otwór górny kanału tętnicy szyjnej wewnętrznej
2. wycisk nerwu trójdzielnego
3. rozwój kanału nerwu skalistego większego
4. rozwór kanału nerwu skalistego mniejszego
5. ujście gardłowe kostnej części trąbki słuchowej

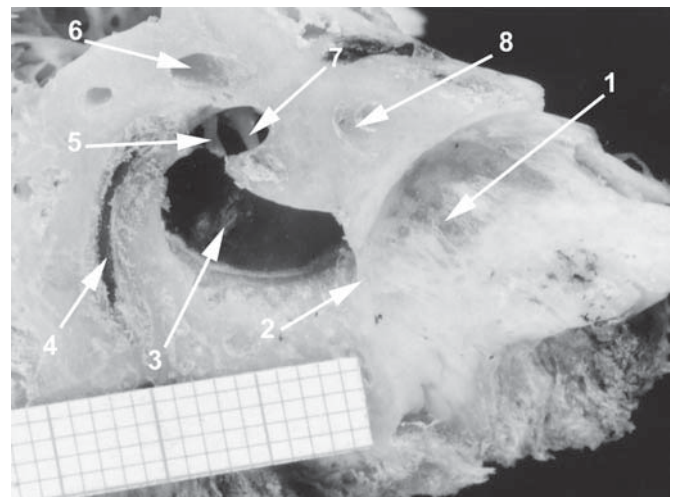
i końcowy odcinek kanału biegną prawie prostolinijnie, a część środkowa jest silnie zakrzywiona (ryc. 3). Początkowy odcinek nosi nazwę odcinka wstępującego, środkowy - kolanka, a końcowy - odcinka poziomego [12]. Kanał zatacza dość ciasny okrąg o średnicy wewnętrznej ok. 6-8 mm, i zewnętrznej 12-15 mm (ryc. 3, 4). Średnica światła kanału mierzy 4,5-6,4 mm, a kanał jest najwęższy w swej środkowej części [1,6,7]. Kanał ten sąsiaduje ku tyłowi i bocznie z jamą bębenkową, budując jej ścianę przednią (ryc. 4). Ściana ta jest najniższa ze wszystkich ścian jamy bębenkowej i mierzy zaledwie 4-5 mm [1,2]. Ściana kanału, sąsiadująca z jamą bębenkową, jest cienka (0,15-0,25 mm) i niekiedy może posiadać ubytki, co sprawia, że podczas paracentezy tętnica może być na-

rażona na skałeczenie [1,2]. Zawiera ona niewielką liczbę radialnie rozmieszczonych niskich komórek powietrznych [1,2]. W jej obrębie leżą 1-2 otworki, zawierające gałązki odchodzące od tętnicy szyjnej wewnętrznej (*aa. carotico-tympanicae*), biorące niewielki udział w unaczynieniu jamy bębenkowej [1,8]. Tętniczki te, w liczbie 1-2, przebijają ścianę kanału, biegną ku przodowi po przyśrodkowej ścianie jamy bębenkowej i na wzgórku zespalają się z tętnicą bębenkową dolną [8]. Obszar zaopatrzenia tych drobnych tętniczek obejmuje właśnie przednią i dolną



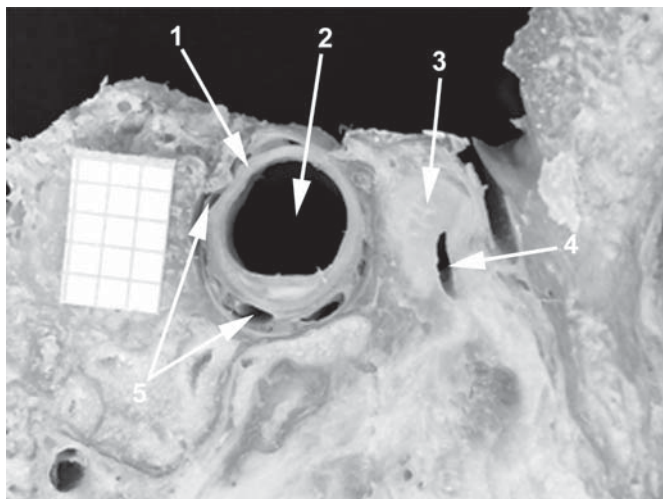
Ryc. 3. Kość skroniowa prawa. Kanał tętnicy szyjnej otwarty. Widok z boku

1. odcinek wstępujący kanału
2. kolanko kanału
3. odcinek poziomy kanału



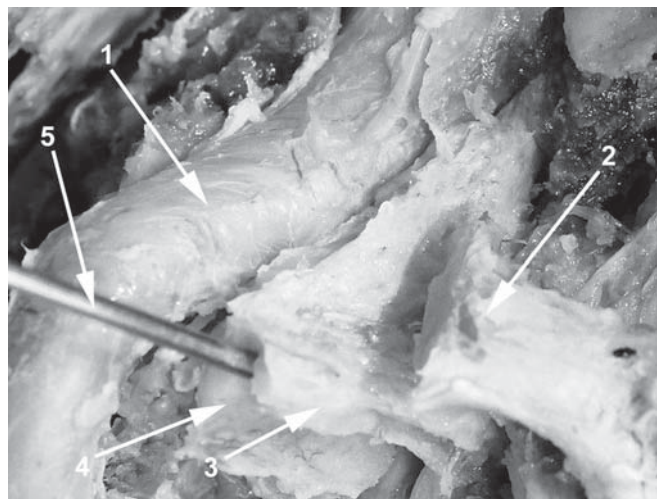
Ryc. 4. Przekrój kości skroniowej lewej. Linia cięcia przechodzi przez jamę bębenkową, ślimak i kanał tętnicy szyjnej. Widok od strony przyśrodkowej

1. kanał tętnicy szyjnej
2. ściana przednia jamy bębenkowej
3. refleks świetlny na błonie bębenkowej
4. nerw twarzowy
5. odnoga długa kowadelka
6. kanał półkolisty boczny
7. rękojeść młoteczka
8. zakręt podstawny ślimaka



Ryc. 5. Przekrój kości skroniowej lewej poprowadzony prostopadłe do długiej osi piramidy

1. ściana tętnicy szyjnej wewnętrznej
2. światło tętnicy szyjnej wewnętrznej
3. chrząstka trąbki słuchowej
4. światło trąbki słuchowej
5. splot żylny kanału tętnicy szyjnej wewnętrznej

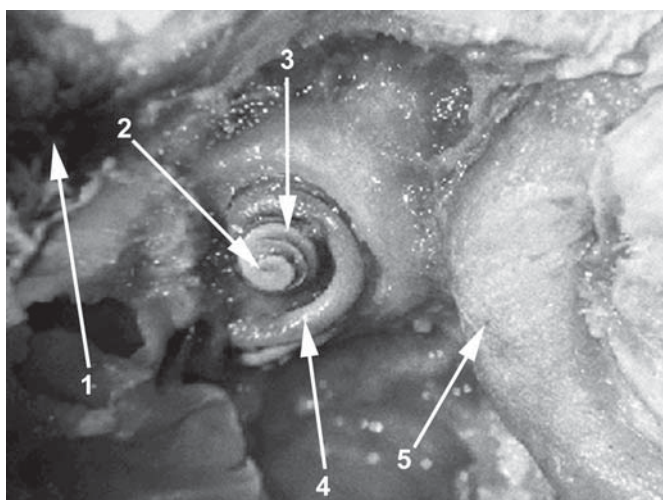


Ryc. 6. Preparat formalinowy głowy. Otwarty dół podskroniowy i przestrzeń przygardłowa oraz kanał tętnicy szyjnej wewnętrznej. Widok od góry i strony prawej

1. tętnica szyjna wewnętrzna
2. nerw żuchwowy
3. chrząstka boczna trąbki słuchowej
4. chrząstka przyśrodkowa trąbki słuchowej
5. metalowy zgłębnik tkwiący w świetle części chrzęstnej trąbki słuchowej

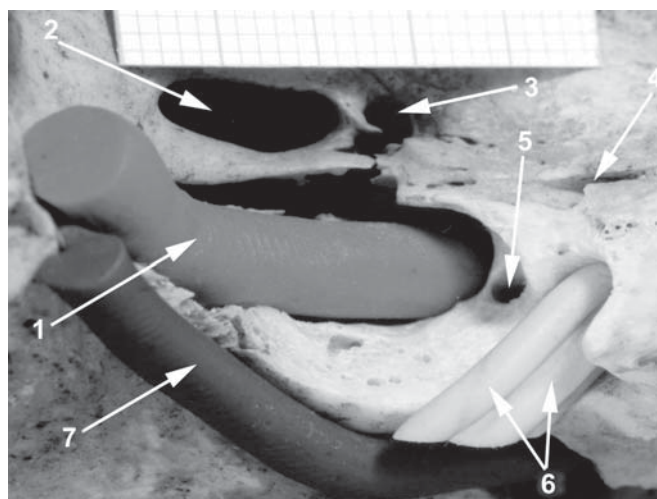
część ściany przyśrodkowej jamy bębnekowej [8]. Bocznie od kanału tętnicy szyjnej leży półkanał trąbki słuchowej i mięśnia napinacza błony bębnekowej, a ściana kanału mierzy w tym miejscu zaledwie 0,1-0,6 mm (ryc. 5, 6) [7,12]. O sąsiedztwie tym należy pamiętać podczas zabiegu zgłębnikowania trąbki słuchowej celem jej udrożnienia. Ujście trąbki słuchowej ma kształt trójkątny, o wymiarze pionowym około 4-5 mm, a jej dno jest zazwyczaj spneumatyzowane. Ku tyłowi od kanału tętnicy szyjnej leży ślimak ucha wewnętrznego (ryc. 7, 8). Błaszka

kostna oddzielająca tętnicę szyjną wewnętrzną od zakrętu podstawnego ślimaka mierzy od 0,25 do 4,2 mm [6,7,9,10]. Grubość blaszki kostnej, oddzielającej zakręt podstawny ślimaka od tętnicy szyjnej wewnętrznej ma istotne znaczenie w otolaryngologii, w szczególności w chirurgii implantów z uwagi na konieczność otwierania całego ślimaka lub jego części w przypadkach zarośnięcia schodów bębna [6,10,11]. Odległość ta jest istotna



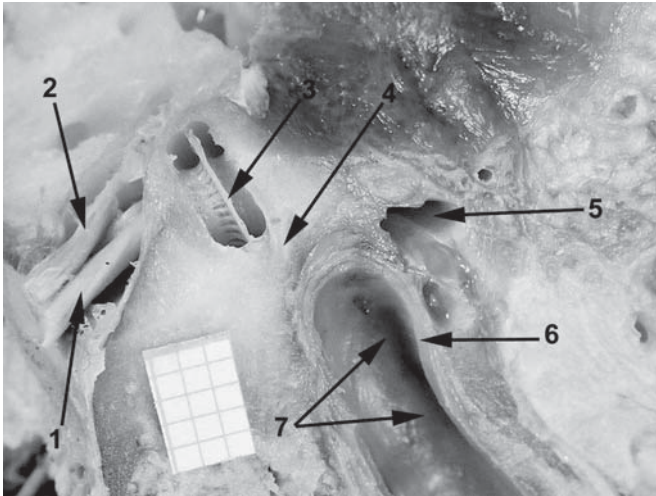
Ryc. 7. Preparat kości skroniowej prawej. Jama bębnekowa otwarta, odsłonięta tętnica szyjna wewnętrzna, biegnąca w swoim kanale kostnym. Wnętrze kanału spiralnego ślimaka wypełnione lateksem

1. wnętrze jamy sutkowej
2. zakręt szczytowy ślimaka
3. zakręt środkowy ślimaka
4. zakręt podstawny ślimaka
5. tętnica szyjna wewnętrzna



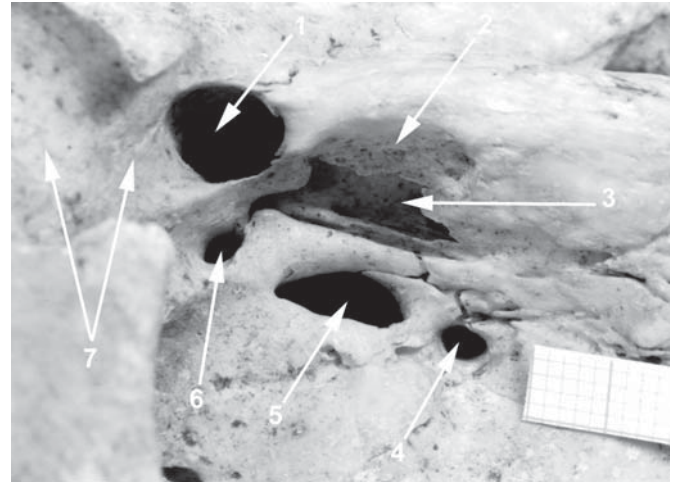
Ryc. 8. Fragment czaszki macerowanej. Widok od wewnątrz. Otwarty kanał kostny tętnicy szyjnej wewnętrznej i przewód słuchowy wewnętrzny, a w ich świetle modele tętnicy i nerwu VIII wykonane z plasteliny. Bruzda zatoki skalistej dolnej także wypełniona plasteliną

1. model tętnicy szyjnej wewnętrznej
2. otwór owalny
3. otwór kolcowy
4. rozwór kanału nerwu skalistego większego
5. otwarty zakręt podstawny ślimaka
6. model nerwu przedsionkowo-ślimakowego
7. model zatoki skalistej dolnej



Ryc. 9. Preparat formalinowy głowy. Przekrój czołowy, przechodzący przez ucho wewnętrzne. Strona lewa

1. nerw ślimakowy
2. gałąź górna nerwu przedsionkowego
3. blaszka spiralna ślimaka
4. blaszka kostna pomiędzy ślimakiem, a kanałem tętnicy szyjnej
5. wnętrze trąbki słuchowej na granicy jej części kostnej i chrzęstnej
6. ściana tętnicy szyjnej wewnętrznej
7. wnętrze tętnicy szyjnej wewnętrznej



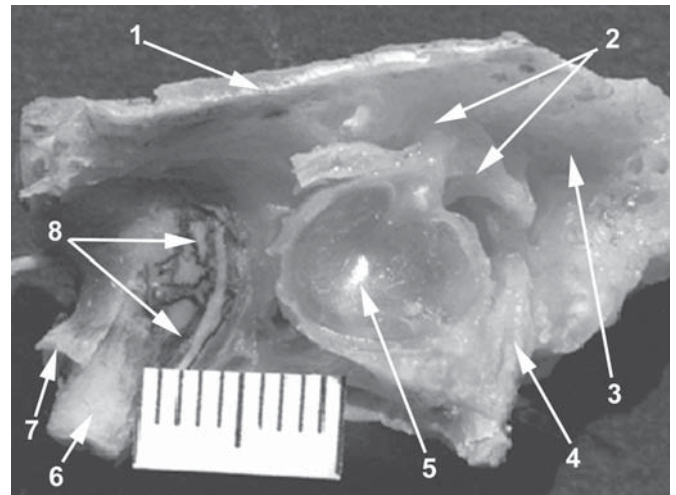
Ryc. 10. Czaszka macerowana, widok wnętrza, strona lewa

1. pierścień kostny otaczający tętnicę szyjną wewnętrzną w jej odcinku klinowym
2. wycisk nerwu trójdzielnego
3. ubytek ściany kanału tętnicy szyjnej wewnętrznej
4. otwór kolcowy
5. otwór owalny
6. otwór Vesaliusa
7. bruzda tętnicy szyjnej wewnętrznej na trzonie kości klinowej

z punktu widzenia praktyki operacyjnej, ponieważ istnieje możliwość wykonywania kochleostomii w okolicy zakrętu szczytowego ślimaka i wprowadzania elektrody do ślimaka tą drogą [6]. Przysrodkowo kanał tętnicy szyjnej sąsiaduje z przewodem słuchowym wewnętrznym (ryc. 8, 9), od którego oddziela go blaszka kostna o grubości 3,45–5,65 mm [6,7]. Wzdłuż kanału tętnicy szyjnej biegnie zatoka skalista dolna, a odległość pomiędzy obiema strukturami stopniowo maleje, w miarę ich zbliżania się do zatoki jamistej, osiągając w miejscu największej bliskości zaledwie 0,2–0,45 mm (ryc. 8). Górna ściana kanału tętnicy szyjnej wewnętrznej sąsiaduje ze zwojem trójdzielnym, który na powierzchni przedniej ściany piramidy tworzy wgłębienie – *impressio trigemini* (ryc. 10). Blaszka kostna oddzielająca tętnicę i nerw jest bardzo cienka (0,05–0,15 mm) i zwykle niepełna. Po przedniej powierzchni piramidy, a na górnej ścianie kanału biegnie też nerw skalisty większy, podążając ku otworowi poszarpanemu (ryc. 2, 10). W tym miejscu dochodzi do zespolenia nerwu skalistego większego z nerwem skalistym głębokim, oddzielającym się od splotu współczulnego na tętnicy szyjnej wewnętrznej [1].

Zawartość kanału, poza tętnicą szyjną wewnętrzną, stanowią: nerwowy splot współczulny i splot żylny (ryc. 11); tętnica szyjna zajmuje zaledwie połowę jego światła [1,2,12]. Splot współczulny jest pochodną włókien zwoju szyjnego górnego pnia współczulnego w jego odcinku szyjnym; splotem pochodnym jest natomiast splot jamisty. Ponadto, z tegoż splotu odchodzi nerw skalisty głęboki, który po dołączeniu się doń nerwu skalistego większego, tworzy nerw kanału skrzydłowego. Tętnicę ze

wszystkich stron otacza splot żylny tętnicy szyjnej wewnętrznej (ryc. 5, 11). Splot ten nazywany bywa zatoką tętnicy szyjnej wewnętrznej. Otrzymuje on krew z zatoki jamistej, a po wyjściu z kanału szyjno-tętniczego wpada do żyły szyjnej wewnętrznej, a także tworzy zespolenia z żyłą kanału kłykciowego i splotami kręgowymi [1].



Ryc. 11. Preparat formalinowy kości skroniowej lewej. Zniesiona część ściany bocznej jamy bębenkowej, otwarty wyrostek sutkowy kanał tętnicy szyjnej wewnętrznej

1. pokrywa jamy bębenkowej
2. młoteczek i kowadełko
3. wnętrze jamy sutkowej
4. nerw twarzowy
5. błona bębenkowa
6. tętnica szyjna wewnętrzna
7. przydanka tętnicy
8. splot żylny tętnicy szyjnej wewnętrznej

Odmiany anatomiczne

Opisywane w literaturze odmiany przebiegu tętnicy szyjnej w obrębie kości skroniowej są rzadkie (od 1% do 1%, w zależności od rodzaju odmiany), ale mają ogromne znaczenie kliniczne, przede wszystkim stanowiąc zagrożenie krwotokami przy wszelkich operacjach i zabiegach na uchu, nawet tych najprostszych, do których zalicza się paracentezę [13-16]. Odmiany te wynikają z rozwoju zarodkowego, odzwierciedlającego stosunki spotykane u innych ssaków [5]. Unaczynienie tętnicze głowy u ssaków nawiązuje do wspólnego schematu, wykazując w jego obrębie znaczną zmienność. Niezmieniony schemat jest obecny tylko w początkowym etapie tworzenia się tętnic głowy, a w dalszych etapach rozwoju embrionalnego ulega on prawie zawsze daleko idącym przekształceniom. Generalnie polega on na współistnieniu czterech tętnic głowowych: kręgowej, szyjnej zewnętrznej, szyjnej wewnętrznej i strzemiączkowej [5]. Tętnica strzemiączkowa jest tętnicą trzewioczaszki, którą zaopatruje oddając trzy gałęzie: nadoczodołową (zaopatruje oponę twardą, oko i oczodoł), podoczodołową (w zakresie zaopatrzenia leży szczęka) i zuchwową (zaopatruje zuchwę). W związku z tworzeniem ucha środkowego u ssaków zostaje ona wciągnięta w obręb tej struktury i topograficznie jest z nią związana. Pierwotny schemat ulega daleko idącym przekształceniom poprzez redukcję niektórych tętnic, przede wszystkim strzemiączkowej i szyjnej wewnętrznej, rozwój tętnicy szyjnej zewnętrznej oraz przejmowanie unaczynienia poszczególnych tętnic przez anastomozujące tętnice, w szczególności w przypadku przejścia przez tętnicę szyjną wewnętrzną (oczną) zakresu unaczynienia gałęzi nadoczodołowej tętnicy strzemiączkowej [5]. Tętnica strzemiączkowa jest obecna w okresie pomiędzy 12 a 20 tyg. życia płodowego. Po odejściu od tętnicy gnykowej wchodzi ona do jamy bębenkowej przez otwór leżący bocznie od gałęzi bębenkowej nerwu językowo-gardłowego, a przyśrodkowo od struny bębenkowej, a następnie wnika do kanału nerwu twarzowego i wraz z nerwem skalistym większym wchodzi do jamy czaszki, gdzie dzieli się na gałąź nadoczodołową, wnikającą do oczodołu i szczękowo-zuchwową, która wychodzi z czaszki przez *foramen spinosum*. Z połączenia z oczodołem może przetrwać tętnica łzowa, odchodząca od oponowej środkowej i przez kanał Hyrtla wchodzącej do oczodołu. Przetrwanie jednego z elementów tego pierwotnego układu powodować może obecność tętnicy strzemiączkowej, kiedy naczynie to leży częściowo lub w całości w obrębie jamy bębenkowej i przechodzi pomiędzy obiema odnogami strzemiączka [5,12,17-20]. Obserwowane warianty anatomiczne obejmują następujące sytuacje:

- istnieje w pełni wykształcona tętnica strzemiączkowa o przebiegu jak opisano powyżej,
- tętnica strzemiączkowa odchodzi od wewnątrzskroniowego odcinka tętnicy szyjnej wewnętrznej i nie łączy się z tętnicą szczękową. Oddaje tętnicę oponową środkową i jamistą,
- tętnica strzemiączkowa ma na krótkim odcinku wspólny pień z tętnicą szyjną wewnętrzną, która biegnąc nietypowo wchodzi do jamy bębenkowej przez kanał bębenkowy dolny, a dalej biegnie już typowo w swym kanale kostnym,
- odmiana tego wariantu, z tym, że tak utworzona tętnica szyjna wewnętrzna w jamie bębenkowej oddaje tętnicę strzemiączkową,
- występuje tzw. tętnica gardłowo-bębenkowo-strzemiączkowa (tętnica gardłowa wstępująca wchodzi do jamy bębenkowej i oddaje tętnicę strzemiączkową oraz oponową środkową),
- przypadki fenestracji tętnicy szyjnej wewnętrznej: tętnica na pewnym odcinku rozdwa się, a następnie ponownie łączy, tak w odcinku skroniowym, jak przed wejściem do kości

Z innych odmian rozwojowych spotkać można przypadki ektopowo położonej tętnicy szyjnej wewnętrznej, leżącej poza swoim kanałem, biegnącej na wzgórku i oddającej niekiedy tętnicę oponową środkową, występującą jednostronnie [17,20,21], albo obustronnie [18]; wrodzony jedno- lub obustronny niedorozwój, czy też brak tętnicy szyjnej wewnętrznej [21-25]; tętniaki wrodzone tętnicy szyjnej wewnętrznej [17,20]; przetrwałą tętnicę trójdzielnią [26], kiedy przy braku tętnicy szyjnej wewnętrznej jej rolę w części przejmuje zespolenie z układem podstawno-kręgowym. W niektórych przypadkach ektopowo biegnąca tętnica szyjna współistnieje z przetrwałą tętnicą strzemiączkową [27]. W niezwykle rzadkich przypadkach możemy obserwować wytworzenie pseudo-sieci dziwnej, pochodzącej od tętnicy szczękowej i zaopatrującej mózgowie [28]. Duplikacja tętnicy może dotyczyć także odcinka podskalistego [29].

Przypadki te mogą być klinicznie nieme (anomalia stwierdzana jest przypadkowo), lub też być przyczyną różnych objawów, jak neuralgie nerwu trójdzielnego [21], szumy uszne [28,30-32], niedosłuch o charakterze mieszanym [33], a także przewodzeniowym [34], wrodzony zespół Hornera [27,36,37].

Reasumując, należy stwierdzić, że tętnica szyjna wewnętrzna, mimo stosunkowo krótkiego odcinka, leżącego w obrębie kości skroniowej, stanowi jedną z jej najistotniejszych struktur, ważną z punktu widzenia topografii i znaczenia w klinice.

Piśmiennictwo

1. Bochenek A, Reicher M. Anatomia człowieka. T. 5. PZWL, Warszawa 1989: 412-413.
2. Siebenmann F. Mittelohr und Labyrinth. (w) Handbuch der Anatomie des Menschen. Bardeleben KK (red.), G. Fischer Verlag, Jena 1897: 228-293.
3. Bast T, BJ. The temporal bone and the ear. C.C Thomas, Springfield 1949: 1-49.
4. Gulya JA. Anatomy and embryology of the ear (w): Clinical otology. Hughes GB, Pensak ML (red.) G. Thieme, New York, Stuttgart 1997: 25-27.
5. Bugge J. The cephalic arterial system in carnivores, with special reference to the systematic classification. *Acta Anat* 1978; 101: 45-61.
6. Wysocki J. Anatomia topograficzna kości skroniowej dla potrzeb operacyjnego zakładania wszczepów wewnątrzslimakowych. Rozprawa na stopień doktora nauk medycznych. Akademia Medyczna w Warszawie, Warszawa 1995.
7. Wysocki J, Skarżyński H. Distances between the cochlea and adjacent structures related to cochlear implant surgery. *Surg Radiol Anat* 1998; 20: 267-271.
8. Nager GT, Nager M. The arteries of the human middle ear, with particular regard to the blood supply of the auditory ossicles. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1953; 62: 923-949.
9. Gastman BR, Hirsch BE, Sando I i wsp. The potential risk of carotid injury in cochlear implant surgery. *Laryngoscope* 2002; 112: 262-266.
10. Goycoolea MV, Muchow D, Schirber CM i wsp. Anatomical perspective, approach and experience with multichannel intracochlear implantation. *Laryngoscope* 1990; 100 (Suppl. 50): 1-18.
11. Gantz BJ, Mac Cabe BF, Tyler RS. Use of multichannel cochlear implants in obstructed and obliterated cochleas. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1988; 98: 72-81.
12. Gerlings PG. Pathology of the canalis caroticus. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 1972; 34: 181-189.
13. Jacobsson M, Davidsson A, Hugosson S i wsp. Aberrant intratympanic internal carotid artery: a potentially hazardous anomaly. *J Laryngol Otol* 1989; 103: 1202-1205.
14. McElveen JT Jr, Lo WW, el Gabri TH, Nigri P. Aberrant internal carotid artery: classic findings on computed tomography. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1986; 94: 616-621.
15. Oates JW, McAuliffe W, C15 HL. Management of pseudoaneurysm of a lateral aberrant internal carotid artery. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1997; 18: 73-79.
16. Saito H, Chikamori Y, Yanagihara N. Aberrant carotid artery in the middle ear. *Arch Otorhinolaryngol* 1975; 209: 83-87.
17. Anand VK, Casano PJ, Flaiz RA. Diagnosis and treatment of the carotid artery in the middle ear. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 1991; 105: 743-747.
18. Glasscock ME, Dickins JRE, Jackson CG i wsp. Vascular anomalies of the middle ear. *Laryngoscope* 1980; 90: 77-88.
19. Lasjaunias PL. Craniofacial and upper cervical arteries: functional, clinical and angiographic aspects. 13 ed., Williams and Wilkins, Baltimore, London 1981.
20. Trujillo M, Nieto J, 20 JM i wsp. Pathologie vasculaire de l'os temporal. *Rev Laryngol*. 1990, 111, 443-451.
21. Takahashi S, Higano S, Kurihara N i wsp. Congenital absence and aberrant course of the internal carotid artery. *Eur Radiol* 1996;6(5): 650-654.
22. Florio F, Balzano S, Nardella M i wsp. Congenital absence of the internal carotid artery. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1999; 22(1): 74-78.
23. Graham CB, Wippold FJ, Capps GW. Magnetic resonance imaging in internal carotid artery agenesis with computed tomography and angiographic correlation - case reports. *Angiology* 1999; 50: 847-853.
24. Uchino A, Sawada A, Hirakawa N i wsp. Congenital absence of the internal carotid artery diagnosed during investigation of trigeminal neuralgia. *Eur Radiol* 2002; 12: 2339-2342.
25. Claros P, Bandos R, Gilea I i wsp. Major congenital anomalies of the internal carotid artery: agenesis, aplasia and hypoplasia. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1999; 49: 69-76.
26. Hattori T, Kobayashi H, Inoue S i wsp. Persistent primitive trigeminal artery associated with absence of internal carotid artery. *Surg Neurol* 1998; 50: 352-355.
27. Silbergleit R, Quint DJ, Mehta BA i wsp. The persistent stapedia artery. *Am J Neuroradiol* 2000; 21: 572-577.
28. Damry N, Hanquinet S, Christophe C i wsp. Bilateral congenital absence of the internal carotid artery with a primitive transmaxillary arterial anastomosis. *Pediatr Radiol* 1994; 24: 200-203.
29. Chess MA, Barsotti JB, Chang JK i wsp. Duplication of the extracranial internal carotid artery. *Am J Neuroradiol* 1995; 16: 1545-1547.
30. Ryan FH, Kline LB, Gomez C. Congenital Horner's syndrome resulting from agenesis of the internal carotid artery. *Ophthalmology* 2000; 107: 185-188.
31. Botma M, Kell RA, Bhattacharya J i wsp. Aberrant internal carotid artery in the middle-ear space. *J Laryngol Otol* 2000; 114: 784-787.
32. Desal HA, Freund P, Auffray-Calvier E i wsp. Current imaging of an "aberrant course" of the internal carotid artery. *J Neuroradiol* 1998; 25: 147-150.
33. Koenigsberg RA, Zito JL, Patel M i wsp. Fenestration of the internal carotid artery: a rare mass of the hypotympanum associated with persistence of the stapedia artery. *Am J Neuroradiol* 1995; 16(4 Suppl): 908-910.
34. Koizuka I, Halton K, Tsutsumi K i wsp. Objective tinnitus caused by an aberrant internal carotid artery. *Auris Nasus Larynx* 1998; 25: 323-327.
35. Swoboda H, Czech T, Schindler E. Aberrant course of an internal carotid artery through the middle ear. Case report and review of the literature. *HNO* 1991; 39: 315-320.
36. Heimlich F, Dorfler A, Wallner F. An aberrant course of the internal carotid artery through the middle ear. *HNO* 1999; 47: 986-989.
37. Dinc H, Alioglu Z, Erdol H i wsp. Agenesis of the internal carotid artery associated with aortic arch anomaly in a patient with congenital Horner's syndrome. *Am J Neuroradiol* 2002; 23(6): 929-931.