

Opis anatomiczny ucha środkowego i wewnętrznego świnki morskiej

Anatomical description of middle and inner ear of guinea pig

JAROSŁAW WYSOCKI, KRZYSZTOF KRASUCKI, ŁUKASZ ŻYWCZYK

Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, ul. Pstrowskiego 1, 01-943 Warszawa
Centrum Doskonałości PROXIM

Wprowadzenie. Kość skroniowa świnki morskiej jest użytecznym modelem doświadczalnym dla badań nad fizjologią czy patofizjologią narządu słuchu i równowagi.

Cel. Wobec małej liczby prac poświęconych anatomii ucha świnki morskiej, postanowiono dokonać systematycznego opisu anatomicznego.

Materiał i metody. Na 10 kościach skroniowych świnki morskiej zbadano budowę ucha środkowego i wewnętrznego.

Wyniki. Stwierdzono, że oprócz wspomnianych w piśmiennictwie dwóch głównych przestrzeni powietrznych ucha środkowego: puszkii bębenkowej i puszkii grzbietowej, w kości skroniowej świnki morskiej znajdują się komórki powietrzne w wyrostku sutkowym i w otoczeniu nerwu twarzewego. Znalaziono ponadto niestale występujące zagłębienia w ścianach puszkii bębenkowej, tworzące prawie całkowicie oddzielone przedziały jamy bębenkowej, tak w jej części górnej, jak i dolnej. Dla celów praktycznych istotne są miejsca łatwego dostępu do jamy bębenkowej i ucha wewnętrznego. Od strony puszkii grzbietowej łatwo dostępne są: głowa młoteczka i trzon kowadełka oraz kanały półkoliste: górny i boczny oraz nerw twarzewy. Kanały półkoliste są stosunkowo dużych rozmiarów, przy czym największy jest kanał boczny, a najmniejszy tylny. Stwierdzono, że kanał spiralny ślimaka tworzy $3\frac{1}{2}$ zakrętu.

Wnioski. Kość skroniowa świnki morskiej stanowi użyteczny model dla doświadczeń wymagających zarówno ingerencji we wnętrze jamy bębenkowej, jak i otwarcia przestrzeni ucha wewnętrznego.

Otorynolaryngologia, 2005, 4(3), 153-158

Słowa kluczowe: świnka morska, kość skroniowa, anatomia

Introduction. Guinea pig's temporal bone is an useful experimental model for research on physiology or pathology of the organ of hearing and balance.

Aim. Faced with limited number of scientific works on the anatomy of guinea pig temporal bone in the available literature, the authors decided to study that problem.

Material and methods. After dissection of 10 guinea pig temporal bones, systematic and topographical description of the bone was performed.

Results. It was found that, in addition to the two main air spaces of middle ear described in the literature: tympanic bulla and dorsal bulla, there are other air cells in the mastoid process and in the vicinity of the facial canal. Additional cavities were occasionally found in the walls of the tympanic bulla. Those cavities form almost completely separated small compartments of the tympanic cavity. From the practical point of view, important are special places, from which tympanic cavity and inner ear may be accessed in an easy and simple way. The head of malleus and corpus of incus, as well as facial nerve and the lateral and superior semicircular canals are accessible from the dorsal bulla. The cochlea and both windows are visible and accessible from the tympanic bulla. Semicircular canals of guinea pig temporal bone are of relatively considerable dimensions; however, the greatest is the lateral one, and the smallest – the posterior one. It was also found, that the spiral canal of the cochlea forms $3\frac{1}{2}$ turns.

Conclusions. The guinea pig temporal bone is an useful model for experiments demanding intervention into the tympanic cavity as well as opening of the inner ear spaces.

Otorynolaryngologia, 2005, 4(3), 153-158

Key words: guinea pig, temporal bone, anatomy

Ekspertyzacje prowadzone na narządzie słuchu i równowagi zwierząt laboratoryjnych obejmują szerokie spektrum zagadnień. Wśród gatunków najczęściej wykorzystywanych w tych badaniach znajduje się świnka morska. Ucho świnki morskiej jest modelem doświadczalnym m.in. w badaniach nad niedokrwieniem nerwu twarzewego czy apoptozą komórek rzęsatych ślimaka, spowodowaną działaniem różnych czynników ototoksycznych, a także nad doświadczalnie wywołanym wodniakiem błędnika [1-4]. Mimo tak szerokiego zakresu prowadzonych eksperymentów, zakładających in-

gerencję w struktury ucha środkowego i wewnętrznego, zakres wiedzy w dziedzinie anatomii topograficznej i opisowej kości skroniowej świnki morskiej w zasadniczej części nadal nie wykracza poza pobieżny opis podręcznikowy, który możemy znaleźć w dziełach z zakresu anatomii zwierząt [5, 6]. W niewielkim tylko stopniu uzupełniają go dane zawarte w czasopismach naukowych z dziedziny medycyny eksperymentalnej, których autorzy, z konieczności, traktują opisywane problemy wycinkowo, koncentrując się głównie na anatomii ślimaka [3, 4]. Niniejsza praca, poświęcona anatomii ucha świnki

morskiej, stanowi próbę wypełnienia tej luki, tym bardziej, że prac poświęconych temu gatunkowi jest stosunkowo niewiele [6-11].

Celem pracy było dokonanie szczegółowego opisu anatomicznego ucha u świnki morskiej, z zaznaczeniem miejsc, w których łatwo uzyskać bezpieczny dostęp operacyjny.

MATERIAŁ I METODYKA

Zbadano 10 kości świnki morskiej. Kości po utrwaleniu w 10% roztworze formaldehydu i wysuszeniu były preparowane pod mikroskopem operacyjnym, przy zastosowaniu tradycyjnych metod preparatyki anatomicznej, co pozwalało na dokonanie dokładnego opisu anatomicznego.

WYNIKI

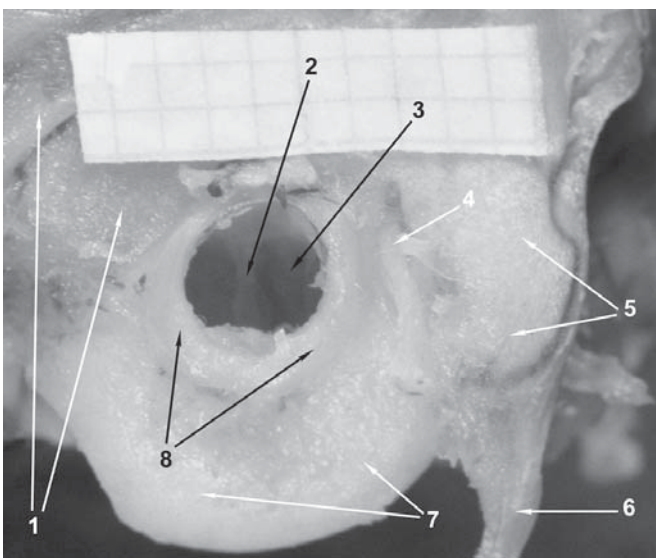
Morfologia zewnętrzna kości skroniowej świnki morskiej

Kość skroniowa świnki morskiej znajduje się w tylno-dolnej części czaszki. Część łuskowa, leżąca najbardziej z przodu (rostralnie) wytwarza wyrostek jarzmowy, na którego powierzchni mieści się panewka stawu skroniowo-żuchwowego. Część bębnekowa, leżąca poniżej i ku tyłowi (kaudalnie), składa się z trzech wyraźnie od siebie oddzielonych składników: pierścienia bębnekowego, puszek bębnekowej i puszki grzbietowej.

Pierścień bębnekowy to regularny w swej formie walec, formujący ściany przewodu słuchowego zewnętrznego (ryc. 1), który pod kątem prostym swą podstawą wnika do bocznej ściany puszek bębnekowej. Kapsuła błędniaka, którą przez analogię do kości skroniowej człowieka można nazwać częścią skalistą kości skroniowej, uformowana jest na kształt piramidy (ryc. 2). Na tylnej ścianie tej piramidy leży zagłębienie przeznaczone dla kłaczka mózdzku – dół podłukowy. Wejście do tego dołu otoczone jest przez kanał półkolisty górny i częściowo tylny (*crus commune*). Ku przodowi i poniżej tego dołu znajdują się trzy otwory przeznaczone dla gałęzi nerwu VII i VIII. Poniżej i ku tyłowi od tych otworów, w pobliżu granicy z puszką bębnekową, leży otworek zewnętrzny kanałika ślimaka. Poniżej dołu podłukowego leży otwór zewnętrzny wodociągu przedsionka. Szczyt piramidy zawiera otwór kanału trąbki słuchowej.

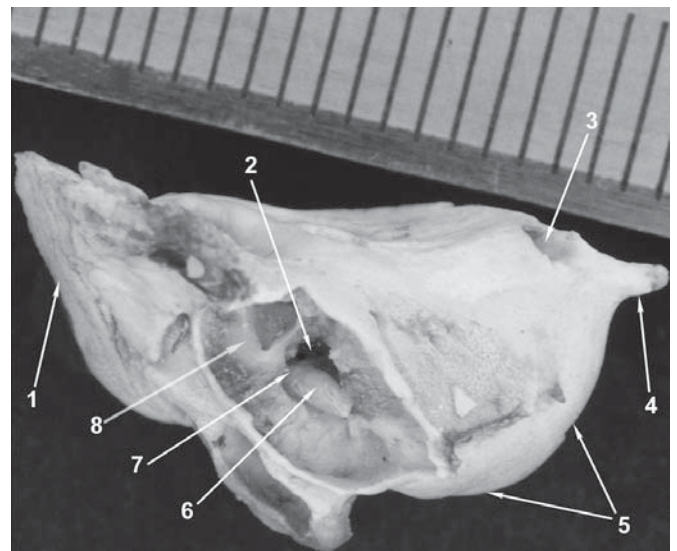
Morfologia wnętrza kości skroniowej

Ucho środkowe u świnki morskiej składa się z dwóch prawie całkowicie oddzielonych od siebie przestrzeni: dolnej i górnej (ryc. 3, 4, 5). Przestrzeń dolna to puszka bębnekowa (brzuszna), natomiast przestrzeń górna to puszka grzbietowa. Przestrzeń dolną i górną łączy mały otwór, który jest prawie całkowicie wypełniony przez kompleks kosteczek: młoteczek i kowadełko (ryc. 2). W dolnej ścianie puszek grzbietowej widać dwa uwypuklenia, utworzone przez „bańkowane” odcinki kanałów półkolistych: przedniego i bocznego (ryc. 3). Przestrzeń dolna



Ryc. 1. Widok bocznej ściany czaszki świnki morskiej. Strona lewa

1. łuska kości skroniowej
2. rękojeść młoteczka
3. błona bębnekowa
4. nerw twarzowy
5. wyrostek sutkowy
6. wyrostek szyjny kości potylicznej
7. ściana boczna puszek bębnekowej
8. pierścień bębnekowy

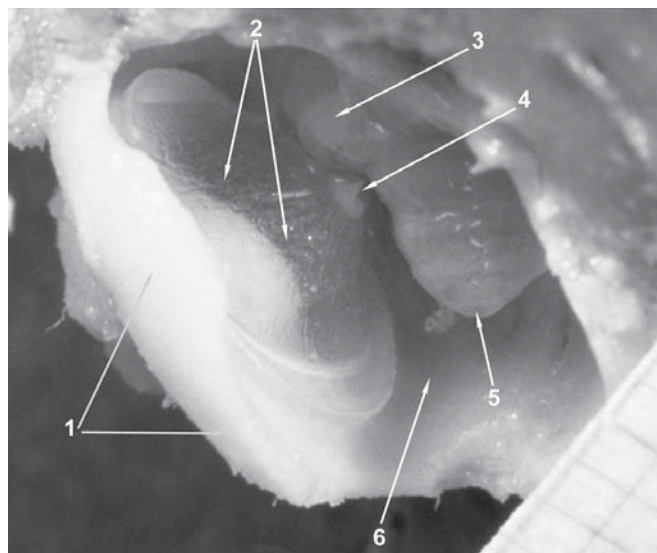


Ryc. 2. Prawa kość skroniowa świnki morskiej. Widok od góry. Otwarta puszka grzbietowa

1. łuska
2. wnętrze otworu łączącego puszkę grzbietową z puszką bębnekową
3. ujście kostnego kanału trąbki słuchowej
4. szczyt piramidy
5. dolna ściana puszek bębnekowej
6. młoteczek
7. kowadełko

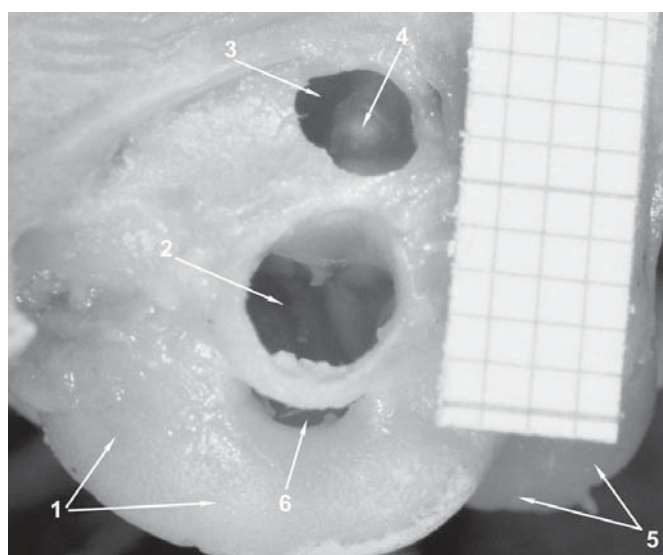
zamknięta jest ze wszystkich stron ścianami kostnymi. W większości ściany te są gładkie, a wyjątkiem jest ściana przysrodkowa, na której zaznaczają się struktury należące już do ucha wewnętrznego (ryc. 5). Centralnym punktem ściany przysrodkowej jamy bębenkowej jest wyniosłość kostna podstawnego zakrętu ślimaka, którą przez analogię do anatomii człowieka należy nazwać wzgórkem. Pozostałe zakręty ślimaka, w liczbie $3\frac{1}{2}$, tworzą wydatną wyniosłość wpuklającą się do światła jamy bębenkowej. Długa oś tej wyniosłości ślimaka biegnie od tyłu, strony przysrodkowej i góry w bok ku przodowi i dołowi. Ku górze i ku tyłowi od wyniosłości zakrętu podstawnego ślimaka ściana przysrodkowa jamy bębenkowej tworzy głęboką, wąską, wielościenną niszę, otwierającą się okienkiem okrągłym i okienkiem owalnym do przestrzeni ucha wewnętrznego (ryc. 5). Okienko okrągłe leży w płaszczyźnie zbliżonej do płaszczyzny poziomej natomiast owalne – do płaszczyzny pionowej. Nisza, o której mowa, podminowuje od dołu kanał twarzowy, który tym samym stanowi jej górną ścianę. Ku tyłowi nisza ta sąsiaduje z przednią ścianą kanału półkolistego tylnego. Od strony bocznej nisza zamknięta jest częściowo przez rękojeść młoteczka i odnogę długą kowadełka. Ku górze otwiera się ona do przestrzeni górnej jamy bębenkowej opisanym poprzednio otworem, łączącym przestrzeń górną i przestrzeń dolną jamy bębenkowej. Ku przodowi nisza ta zamknięta jest wyniosłością kostną o kształcie niskiego, obłego stożka, mieszczącą mięsień napinacz błony bębenkowej. Górna ściana wspomnianej niszy mieści natomiast mięsień strzemiączkowy. Dolna ściana niszy otwiera się do okienka

okrągłego w swej części przedniej, a w swej części tylnej utworzona jest przez beleczkę kostną rozpoczynającą się na dolnej krawędzi okienka owalnego i biegnie ku wyniosłości kanału półkolistego bocznego. W tylnej części wspomnianej niszy w obrębie jej górnej ściany znajdują się wyrosła kostne przybierające różną wielkość i kształty. Ta część omawianej niszy podminowuje kanały półkoliste:



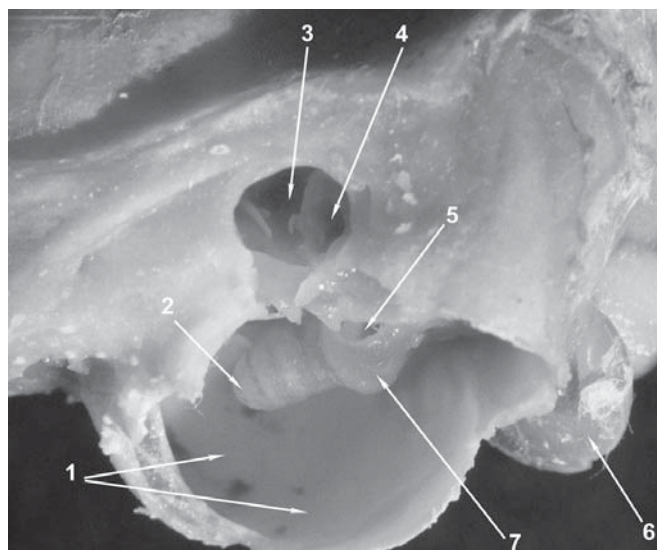
Ryc. 4. Widok jamy bębenkowej od strony dolnej po usunięciu ściany puszkii bębenkowej

1. pierścień bębenkowy
2. błona bębenkowa
3. promontorium
4. rękojeść młoteczka
5. szczyt ślimaka
6. wnętrze puszkii bębenkowej



Ryc. 3. Widok bocznej ściany czaszki świnki morskiej. Strona lewa. Otwarta puszkia grzbietowa

1. ściana boczna puszkii bębenkowej
2. błona bębenkowa
3. wnętrze puszkii grzbietowej
4. wyniosłość kostna kanału półkolistego bocznego i przedniego
5. kłykiec potyliczny
6. otwór kanalika bębenkowego



Ryc. 5. Widok boczny lewej kości skroniowej po otwarciu puszkii bębenkowej i puszkii grzbietowej

1. wnętrze puszkii bębenkowej
2. szczyt ślimaka
3. wnętrze puszkii grzbietowej
4. otwarte kanały półkoliste: boczny i przedni
5. nisza okienka okrągłego
6. kłykiec potyliczny
7. promontorium

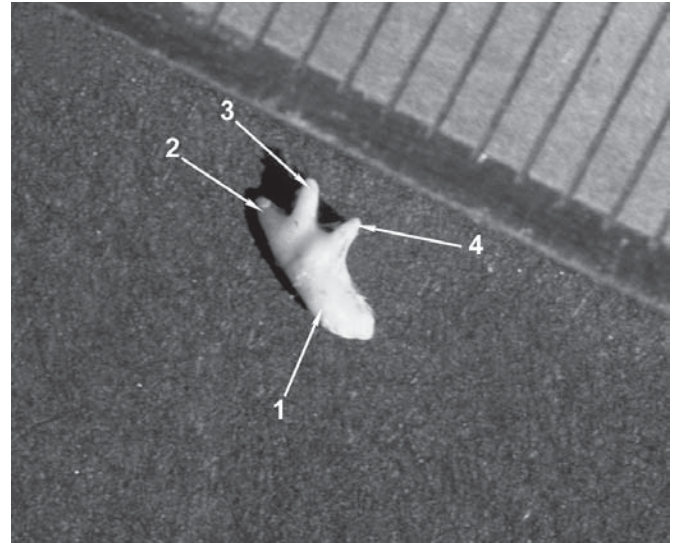
boczny i tylny. W obrębie dolnej części jamy bębenkowej spotykamy kilka różnej wielkości zachyłków. Największy z nich – tylny-górny, nazywany puszką sutkową, wypełnia przestrzeń leżącą ku tyłowi i górze od kanału półkolistego bocznego i ku tyłowi od końcowej części kanału twarzowego. Zachyłek przednio-górny tworzy zagłębienie w przyśrodkowej ścianie jamy bębenkowej, leżąc ku przodowi od wyniosłości mięśnia napinacza błony bębenkowej. Sąsiaduje on od góry z przednią częścią górnej przestrzeni jamy bębenkowej. Z tego zachyłka wychodzi kostna trąbka słuchowa.

Kanał nerwu twarzowego

Kanał nerwu twarzowego rozpoczyna się otworem leżącym bezpośrednio na przyśrodkowej ścianie kości skroniowej, nie ma u świnki morskiej, tak jak to widzimy u ludzi, przewodu słuchowego wewnętrznego. Kanał początkowo biegnie bocznie i lekko ku górze, dochodząc do ściany przyśrodkowej jamy bębenkowej. Dochodząc do ściany przyśrodkowej jamy bębenkowej, kanał zagina się, tworząc pierwsze kolanko, skąd odchodzi nerw skalisty większy. W tym miejscu nerw sąsiaduje od tyłu z przedsionkiem błędnika. Następnie, biegnąc ku tyłowi i bocznie, formuje nawis kostny nad okienkiem owalnym. Dalej przebiega przyśrodkowo w stosunku do odnogi krótkiej kowadełka, która to w swoim przedłużeniu wyznacza drugie kolanko nerwu twarzowego. Tuż za kolankiem kanał nerwu twarzowego krzyżuje się z kanałem półkolistym bocznym. Kanał półkolisty leży powyżej w stosunku do nerwu twarzowego. Bocznie od tego skrzyżowania od nerwu twarzowego odchodzi prawie pod kątem prostym struna bębenkowa. Stąd nerw twarzowy biegnie bocznie, kierując się w stronę swego otworu zewnętrznego, usytuowanego na powierzchni kości skroniowej. Nad ostatnim odcinkiem kanału twarzowego, w bocznej ścianie czaszki, znajduje się niewielka, samodzielna komórka powietrzna.

Morfologia mięśni śródusznych i kosteczek słuchowych

Młoteczek wraz z kowadełkiem stanowią jednolitą strukturę, nie dającą się rozdzielić bez jej zniszczenia (ryc. 2, 6). Rękojeść młoteczka, formująca ciekłą listewkę kostną, przylega do błony bębenkowej swą boczną krawędzią, która rozszerza się ku końcowi tworząc w miejscu „pępka” błonę płaską listwę (ryc. 1). Ta część rękojeści jest chrzęstna. Na przyśrodkowej krawędzi rękojeści młoteczka, w jej górnej części znajduje się przyczep mięśnia napinacza błony bębenkowej. Mięsień ten ma owalny kształt i leży we własnej jamce kostnej, ku górze od wyniosłości ślimaka i ku przodowi od obu okienek. Odnogi kowadełka odchodzą od trzonu pod kątem prostym. Odnoga krótka swoim końcem złości zagłębienie



Ryc. 6. Widok kompleksu kowadełka i młoteczka

1. głowa młoteczka
2. odnoga krótka kowadełka
3. odnoga długa kowadełka
4. rękojeść młoteczka

w ścianie przyśrodkowej jamy bębenkowej, gdzie umocowana jest przy pomocy delikatnego więzadła. Odnoga długa kowadełka tworzy więzadłowe połączenie ze strzemiączkiem. Kierunek, jaki wyznacza odnoga długa kowadełka, dokładnie wskazuje położenie okienka okrągłego. Strzemiączko składa się z dwóch odnóg i podstawy. Pomiędzy odnogami biegnie powrózek łącznotkankowy, będący pozostałością tętnicy strzemiączkowej, która zanika we wczesnym okresie rozwoju embrionalnego.

Morfologia ucha wewnętrznego

Ślimak u świnki morskiej jest pozbawiony grubszej warstwy otoczki kostnej, toteż wydatnie uwypukla się ze ściany przyśrodkowej do wnętrza jamy bębenkowej, jak to już uprzednio opisano. Błaszka spiralna kostna przytwierdzona jest do centralnie położonego wrzecionka i wraz z kanałem spiralnym tworzy $3 \frac{1}{2}$ do $3 \frac{3}{4}$ zakrętu (ryc. 5). Przedsionek stanowi wejście do ślimaka od dołu i kanałów półkolistych od góry. Patrząc od strony przyśrodkowej, przedsionek ogranicza blaszka kostna przebita otworkami nerwów przedsionkowych: górnego i dolnego. Otwór okienka owalnego, zamknięty podstawą strzemiączka, leży w dolnej ścianie przedsionka. Przednio-dolna ściana przedsionka prowadzi do kanału spiralnego ślimaka. Bocznie z przedsionka wychodzą kanały półkoliste: górny i boczny, kierując się zgodnie z nazwą odpowiednio do góry i do boku. Każdy z nich w tym miejscu tworzy bańkę. Kanał półkolisty górny tuż po odejściu od przedsionka, tworzy wyniosłość w obrębie puszki grzbietowej, tuż za kompleksem młoteczkowo-kowadełkowym (ryc. 2, 3). Kierując się dalej do góry i do tyłu otacza dół podłukowy, w którego tylnej

części łączy się z kanałem półkolistym tylnym i razem uchodzą do przedsionka w jego tylnoprzyszrodkowej części. Natomiast kanał półkolisty boczny po odejściu od przedsionka kieruje się łukiem ku tyłowi, krzyżując się z nerwem twarzowym, tuż powyżej jego drugiego kolanka. Dalej leży w dolnej ścianie puszkę grzbietową i kieruje się ku tyłowi i dołowi, zbliżając się do kanału półkolistego tylnego, z którym jednak nie łączy się, oddzielnie uchodząc do przedsionka. Kanał półkolisty tylny leży w płaszczyźnie pionowej w tylnej części piramidy kości skroniowej. Rozpoczyna się w tylnej ścianie przedsionka, biegnie do góry, leżąc w przyszrodkowej i tylnej ścianie dołu podłukowego i po dojściu do otworu obramowującego wejście do dołu podłukowego łączy się z kanałem półkolistym górnym, tworząc odnogę wspólną, wpadającą z powrotem do przedsionka w jego tylnoprzyszrodkowej ścianie.

DYSKUSJA

Systematycznego opisu anatomicznego kości skroniowej świnki morskiej nie znaleziono w dostępnym piśmiennictwie. Nomenklatura struktur kości skroniowej świnki morskiej jest tworzona przez analogię do nazw występujących u innych zwierząt [10, 12]. Wątpliwości budzi z pewnością nazewnictwo przestrzeni powietrznych kości skroniowej. W obrębie właściwej puszkę bębenkowej wyróżnia się dwie przestrzenie: puszkę sutkową i puszkę błędnikową [11]. Puszkę grzbietową nazywa się puszką górną, attyką lub zachyłkiem nadbębenkowym [7, 8, 11]. Puszkę grzbietową, przyrównywaną bywa do jamy sutkowej. Wydaje się, że to porównanie nie jest słuszne, bowiem jej topografia (leży dokładnie ponad przewodem słuchowym) nie odpowiada położeniu jamy sutkowej w ludzkiej kości skroniowej. Z kolei dół podłukowy nazywany jest puszką tylną, co może stwarzać mylne wrażenie, że jest to przestrzeń powietrzna [10]. Asarch wprowadził pojęcie zatoki bębenkowej, nazywając tym mianem przestrzeń leżącą ku tyłowi od okienka okrągłego [7]. W opisie anatomicznym w trakcie niniejszych badań przestrzeń tę umiejscowiono ku tyłowi od obu okienek, a ku dołowi od nerwu twarzowego. Kanał twarzowy przerzuca się nad tą zatoką i biegnie bocznie od niej, zatem porównanie użyte przez tego autora wydaje się trafne. Obecność dwóch dużych przestrzeni powietrznych w obrębie jamy bębenkowej, ograniczonych powierzchownie położonymi ścianami kostnymi sprawia, że jama bębenkowa jest stosunkowo łatwo dostępna. W dojściach operacyjnych do ucha wewnętrznego stosuje się dwa dostępy chirurgiczne: górny – przez puszkę grzbietową i dolny – przez puszkę bębenkową [10]. Z dostępu górnego łatwo dojść

do głowy młoteczka kanałów półkolistych: górnego i boczego, oraz do okienka okrągłego, natomiast z dostępu dolnego do ślimaka, obu okienek, rękojeści młoteczka i odnogi długiej kowadełka, a także do ujścia trąbki słuchowej i mięśni śróduszných [10]. Można uzupełnić ten opis dodając, że otwierając puszkę grzbietową, mamy także dobry wgląd w okolicę kanału nerwu twarzowego oraz bardzo blisko do miejsca jego wyjścia na powierzchni kości. Otwór ten przez analogię do kości skroniowej człowieka nazywany jest otworem rylcowo-sutkowym, jednak wydaje się, że ta nazwa nie ma zupełnie odniesienia do rzeczywistych stosunków przestrzennych w obrębie kości skroniowej [11, 12]. Puszkę grzbietową jest oddzielona od puszkę bębenkowej przez cienką ściankę kostną. Fakt prawie zupełnego podziału jamy bębenkowej na te dwie przestrzenie powietrzne notują wszyscy badacze [7-10]. Warto potwierdzić spostrzeżenie Wells'a, że leżący tu odcinek kanału półkolistego boczego znajduje się w sąsiedztwie nerwu twarzowego [10]. Należy natomiast skorygować stwierdzenie Wellsa, dotyczące przebiegu tętnicy szyjnej wewnętrznej, który podaje, że naczynie to biegnie przyszrodkowo i ku tyłowi od puszkę bębenkowej. Z naszych obserwacji wynika, że tętnica szyjna wewnętrzna obliteruje. Jest to typowa cecha niektórych gryzoni, u których dochodzi do obliteracji tętnicy szyjnej wewnętrznej i strzemiączkowej i przejściu ich funkcji w całości przez tętnicę kręgową i tętnicę szyjną zewnętrzną [13]. Ślimak u świnki morskiej jest strukturą otoczoną jedynie cienką blaszką kostną, co jest cechą charakterystyczną większości gryzoni i co potwierdzają wszyscy autorzy [7-10]. Morfologia ślimaka świnki morskiej obserwowana w niniejszych badaniach jest zgodna z danymi innych badaczy [3, 7, 8], choć badania Counter'a z wykorzystaniem MRI wskazywały na obecność ponad 4 zakrętów [14].

Zastosowana w niniejszych badaniach tradycyjna metoda badawcza pozwoliła na uzyskanie nowych danych dotyczących budowy kości skroniowej świnki morskiej, w szczególności topografii jamy bębenkowej, ale także w zakresie budowy ucha wewnętrznego. Uzyskanie bardziej szczegółowych danych w tym zakresie wymagać będzie oczywiście zastosowania innych technik, takich jak preparaty histologiczne czy badania radiologiczne. Będzie to tematem dalszych prac.

Reasumując, należy stwierdzić, że kość skroniowa świnki morskiej jest przydatna do szeregu eksperymentów wymagających szybkiego dostępu do struktur ucha wewnętrznego, do nerwu twarzowego czy do obu okienek, przy niewielkim urazie operacyjnym. Nie jest to natomiast z pewnością kość przypominająca w jakikolwiek sposób topografię ludzkiej kości skroniowej.

Piśmiennictwo

1. Barrs DM, Trahan CJ, Casey K, Brooks D. The porcine model for intratemporal facial nerve trauma studies. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1991; 105: 845-856.
2. Ernst A, Reuter G, Zimmermann U, Zenner HP. Acute gentamicin ototoxicity in outer hair cells of the guinea pig. *Brain Res* 1994; 636: 153-156.
3. Salt AN, Henson MM, Gewalt SL i wsp. Detection and quantification of endolymphatic hydrops in the guinea pig cochlea by magnetic resonance microscopy. *Hear Res* 1995; 88: 79-86.
4. Salt AN, Inamura N, Thalmann R, Vora AR. Evaluation of procedures to reduce fluid flow in the fistulized guinea-pig cochlea. *Acta Otolaryngol* 1991; 111: 899-907.
5. Dyce KM, Sack WO, Wensing CJG. *Veterinary anatomy*. Wyd. 2. W.B. Saunders Co., Philadelphia, London, Toronto, Montreal, Sydney and Tokyo 1996: 241-242.
6. Sisson S, Grossman JD. *The anatomy of the domestic animals*. Wyd. 3 ed. W.B. Saunders Co., Philadelphia 1945.
7. Asarch R, Abramson M, Litton WB. Surgical anatomy of the guinea pig ear. *Ann Otol* 1975; 84: 250-255.
8. Goksu N, Hazirolu R, Kemalolu Y i wsp. Anatomy of the guinea pig temporal bone. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1992; 101: 699-704.
9. Kayhan FT, Algun Z. A histologic study on the temporal bone of guinea pigs. *Kulak Burun Bogaz Ihtis Derg* 2003; 10: 51-57.
10. Wells JR, Gernon WH, Ward G, Davis K, Hays L. Otosurgical model in the guinea pig (*Cavia porcellus*). *Otolaryngol Head Neck Surg* 1986; 95: 450-457.
11. Popesco P, Rajtová V, Horák J. *Color atlas of small laboratory animal anatomy*. Vol. 1 Rabbit and guinea pig. W.B. Saunders, London 2002: 155-159.
12. *Terminologia anatomica*. G. Thieme, New York, Stuttgart 1998: 136-138.
13. Bugge J. The cephalic arterial system in carnivores, with special reference to the systematic classification. *Acta Anat* 1978; 101: 45-61.
14. Counter AA, Bjelke B, Klason T, Chen Z, Borg E. Magnetic resonance imaging of the cochlea, spiral ganglia and eighth nerve of the guinea pig. *Neuro Report* 1999; 10: 473-479.