




Ucho jako narząd zmysłu słuchu i równowagi

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Model 3D](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Ucho jako narząd zmysłu słuchu i równowagi

Funkcją, którą najczęściej przypisujemy uchu, jest zdolność odbierania fal dźwiękowych. Tymczasem równie istotną rolę odgrywa ucho jako narząd zmysłu równowagi.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

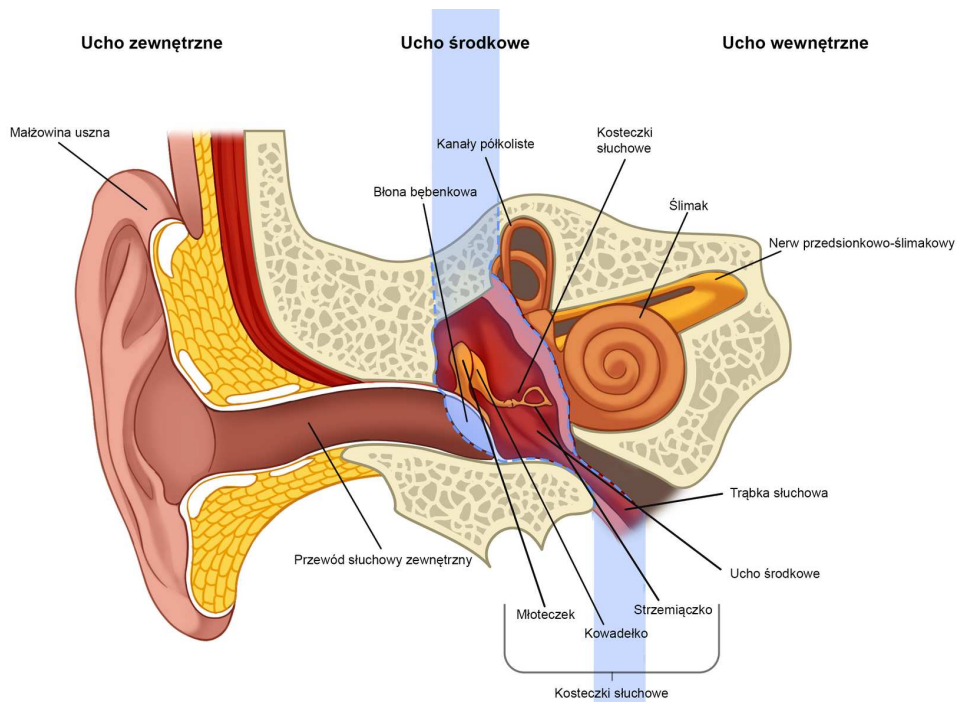
Ucho występuje wyłącznie u kręgowców. U człowieka składa się z trzech części: ucha zewnętrznego, ucha środkowego i ucha wewnętrznego. W uchu środkowym znajdują się najmniejsze kości ludzkiego ciała – kosteczki słuchowe, których zadaniem jest przenoszenie i wzmacnianie drgań błony bębenkowej. Ucho jest nie tylko narządem zmysłu słuchu, ale stanowi także narząd zmysłu równowagi. Receptory obu zmysłów mieszczą się w strukturze zwanej błędnikiem błoniastym, który jest elementem budującym ucho wewnętrzne.

Twoje cele

- Przedstawisz budowę ucha zewnętrznego, środkowego i wewnętrznego.
- Wyjaśnisz, na czym polega rola ucha jako narządu zmysłu słuchu.
- Wyjaśnisz, na czym polega rola ucha jako narządu zmysłu równowagi.

Przeczytaj

Budowa ucha



Budowa ucha człowieka.

Źródło: Englishsquare.pl sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ucho zewnętrzne

U człowieka (i innych ssaków) **ucho zewnętrzne** składa się z małżowiny usznej oraz przewodu słuchowego zewnętrznego zamkniętego błoną bębenkową. Jego podstawowa rola polega na wychwytywaniu fal dźwiękowych z otoczenia. Ponadto pełni funkcję ochronną.

Małżowina uszna

Małżowina to fałd skórny otaczający wejście do zewnętrznego przewodu słuchowego. W górnej części małżowina jest wzmocniona od wewnątrz chrząstką sprężystą, w dolnej części, zwanej płatkami, tkanka chrzęstna nie występuje. Małżowina uszna

skupia fale dźwiękowe i kieruje je do przewodu słuchowego. Większość ssaków może poruszać małżowinami dzięki mięśniom znajdującym się wokół uszu, natomiast u człowieka mięśnie te zaczęły zanikać w toku ewolucji, a w konsekwencji ruch małżowin został w znacznym stopniu ograniczony.

Przewód słuchowy zewnętrzny

Błona bębenkowa

Ucho środkowe

Ucho środkowe tworzy jama bębenkowa zawierająca trzy kosteczki słuchowe – kowadełko, młoteczek i strzemiączko – oraz trąbka słuchowa, która łączy się z jamą gardzieli. Zadaniem ucha środkowego jest wzmacnianie drgań fal dźwiękowych i przekazywanie ich do ucha wewnętrznego.

Jama bębenkowa

Jama bębenkowa to niewielka komora wypełniona powietrzem i wysłana błoną śluzową. Jest odgraniczona od ucha zewnętrznego błoną bębenkową, a od ucha wewnętrznego **okienkiem owalnym** (zamkniętym podstawą strzemiączka) oraz okienkiem okrągłym, zwanym także okienkiem **ślimaka** (zamkniętym błoną bębenkową wtórną). W jamie bębenkowej znajdują się kosteczki słuchowe.

Kosteczki słuchowe

Trąbka słuchowa

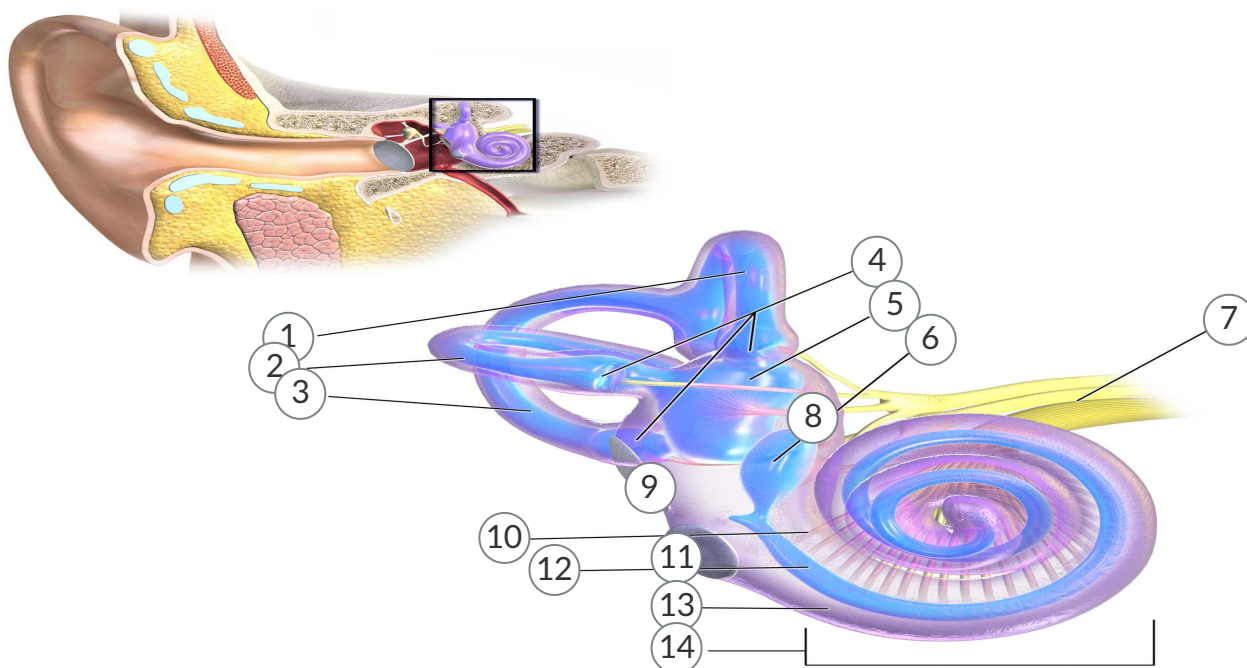
Ucho wewnętrzne – błędnik

Ucho wewnętrzne ze względu na swoją skomplikowaną budowę anatomiczną określa się także mianem błędnika (dawniej nazywano je labiryntem). Jest ono umiejscowione w wydrążeniu kości skroniowej i składa się z dwóch części: zewnętrznej, zwanej **błędnikiem kostnym** oraz wewnętrznej, zwanej **błędnikiem błoniastym**. Błędnik kostny stanowi jakby nieco powiększony odlew błędnika błoniastego, a ściany obu błędników

oddziela szczelinowata przestrzeń wypełniona płynem – **perylimfą**, zwaną także przychłonką.

Błędnik kostny

Błędnik kostny stanowi kostną obudowę błędnika błoniastego. Jest układem jam i kanałów odpowiadających ukształtowaniu elementom błoniastym. Składa się z **trzech kanałów półkolistych** ustawionych w stosunku do siebie pod kątem prostym, **ślimaka** (kanału spiralnego) oraz położonego między tymi strukturami **przedsionka**.



1

Przewód półkolisty przedni

Błoniasty przewód półkolisty przedni znajduje się w kostnym **kanale półkolistym przednim**.

2

Przewód półkolisty boczny

Błoniasty przewód półkolisty boczny znajduje się w kostnym **kanale półkolistym bocznym**.

3

Przewód półkolisty tylny

Błoniasty przewód półkolisty tylny znajduje się w kostnym kanale **półkolistym tylnym**.

4

Bańki błoniaste

5

Łagiewka

6

Woreczek

7

Nerw przedsionkowo-ślimakowy

8

Przedsionek

9

Okienko owalne

10

Schody przedsionka

11

Okienko okrągłe

12

Przewód ślimakowy

Wzdłuż przewodu ślimakowego położony jest **narząd spiralny** (narząd Cortiego).

13

Schody bębénka

14

Ślimak (kanał spiralny)

Schemat ucha wewnętrznego (błędnika). Kolorem fioletowym zaznaczono zarys błędnika kostnego, kolorem niebieskim – wypełniający go błędnik błoniasty.

Źródło: BruceBlaus, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Błędnik błoniasty

W błędniku błoniastym rozróżnia się **trzy przewody półkoliste**, tzw. **narządy otolitowe** – **woreczek i łagiewkę** oraz **przewód ślimakowy**, wzdłuż którego położony jest **narząd spiralny**, zwany także narządem Cortiego).

Przewody półkoliste

Trzy przewody półkoliste, usytuowane w kostnych kanałach półkolistych, są – podobnie jak kanały – ustawione w stosunku do siebie pod kątem prostym: przedni jest położony w płaszczyźnie strzałkowej, boczny – w płaszczyźnie poziomej, a tylny – w płaszczyźnie czołowej. Końcowa część każdego z przewodów kończy się rozszerzeniem zwanym **bańką błoniastą**, o ścianach tworzących zgrubienia – tzw. **grzebień bańkowy**, stanowiące skupienia orzęsionych komórek zmysłowych (receptorowych). Światło przewodów półkolistych wypełnia płyn – **endolimfa, zwana także śródchłonką**, której ruchy, rejestrowane przez komórki zmysłowe, informują o położeniu ciała.

Woreczek i łagiewka

Przewód ślimakowy z narządem spiralnym (narządem Cortiego)

Ważne!

Przewody półkoliste i narządy otolitowe tworzą [aparatus przedsionkowy](#), stanowiący właściwy narząd równowagi, natomiast narząd spiralny (narząd Cortiego) jest właściwym narządem słuchu.

Ucho jako narząd słuchu

Rolą **ucha zewnętrznego** jest skupianie fal dźwiękowych przez małżowinę uszną i kierowanie ich przez przewód słuchowy zewnętrzny do błony bębenkowej. Drgania słupa powietrza w tym przewodzie udzielają się błonie bębenkowej, z której przenoszą się na trzy kosteczki słuchowe w **uchu środkowym** i dochodzą do błony [okienka owalnego](#) ślimaka w **uchu wewnętrznym**.

Ruchy tej błony wymuszają drgania endolimfy i perylimfy – płynów wypełniających ślimak. Drgania endolimfy przenoszą się na błonę podstawową, na której spoczywa narząd spiralny (narząd Cortiego) utworzony z orzęsionych komórek – receptorowych komórek słuchowych. Fale dźwiękowe wprawiają w ruch błonę podstawową narządu, co powoduje zginanie rzęsek i depolaryzację błony komórek słuchowych, a to prowadzi do powstania impulsu.

Impulsy zostają przekazane nerwem słuchowym do podkorowych ośrodków słuchu, skąd biegną do ośrodków korowych w płacie skroniowym kory mózgowej. Kodowanie częstotliwości dźwięku jest wynikiem działania dwóch mechanizmów.

Pierwszy polega na tym, że drgania o małej częstotliwości (odpowiadające tonom niskim) obejmują duże fragmenty błony podstawowej narządu spiralnego, a drgania o wysokiej częstotliwości (odpowiadające tonom wysokim) zostają wytłumione w początkowym odcinku błony.

Istotą drugiego mechanizmu są właściwości rezonansowe błony, które powodują, że pod wpływem dźwięków o określonych wysokościach silniej drgają określone odcinki błony. Impulsy wywołane tonami o różnych wysokościach dochodzą do różnych części okolicy słuchowej kory mózgowej.

Więcej o powstawaniu wrażeń słuchowych przeczytasz w e-materiale [Budowa i funkcja ślimaka](#), natomiast informacje na temat zakresu częstotliwości słuszenia u ludzi znajdziesz w e-materiale [Czy mnie słyszysz?](#)

Ucho jak narząd równowagi

U człowieka ucho nie tylko służy do odbierania dźwięków, ale także umożliwia zachowanie statycznej (w spoczynku) i dynamicznej (w ruchu) równowagi ciała. Właściwy narząd równowagi stanowi **aparat przedsionkowy**, który tworzą struktury błędnika błoniastego: trzy przewody półkoliste oraz tzw. narządy otolitowe – woreczek i łagiewka. Wszystkie te struktury są wyposażone w komórki zmysłowe (receptorowe), które rejestrują zmiany położenia ciała w przestrzeni. Cechą charakterystyczną tych komórek jest **obecność rzęsek (kinocyliów i stereocyliów)**, zawierających receptory wrażliwe na odkształcenia błony komórkowej, z tego względu kwalifikowane jako **mechanoreceptory**.

Komórki receptorowe zlokalizowane w przewodach półkolistych są pobudzane przy ruchach obrotowych ciała (czyli podczas zmiany **przyspieszenia kąтового**) dzięki ruchom endolimfy (śródmionki), wypełniającej błędnik błoniasty.

Podczas ruchów wykonywanych w linii prostej (czyli podczas zmiany **przyspieszenia liniowego**) ruch endolimfy wpływa natomiast na przemieszczanie się otolitów w woreczku i łagiewce, które z kolei pobudzają umiejscowione tam komórki receptorowe, przy czym do przemieszczenia się otolitów woreczka dochodzi podczas ruchów wykonywanych w płaszczyźnie pionowej (górze–dół), a do przemieszczenia otolitów łagiewki – podczas ruchów odbywających się w płaszczyźnie poziomej (przód–tył).

Pobudzone receptory przekazują sygnał o kierunku i wartości działającego przyspieszenia przez **nerw przedsionkowo-ślimakowy** do struktur mózgowia zaangażowanych w koordynację ruchu (ośrodków nerwowych znajdujących się w **mózdżku** oraz **ośrodków kory mózgowej**), które odpowiadają za regulację napięcia w poszczególnych grupach mięśniowych, co ostatecznie powoduje zachowanie równowagi ciała.

Należy pamiętać, że pełna wydolność statyczna i dynamiczna człowieka jest możliwa jedynie wówczas, gdy właściwy narząd równowagi (aparat przedsionkowy) harmonijnie współpracuje z innymi zmysłami, w tym przede wszystkim z narządem wzroku oraz receptorami **czucia głębokiego**, występującymi w torebkach stawowych, ścięgnach i mięśniach, a także z receptorami **czucia powierzchniowego**, rozmieszczonymi na skórze.

Więcej na temat budowy i działania aparatu przedsionkowego przeczytasz [tutaj](#), a o mechanizmie pobudzania receptorów przedsionkowych i współpracy narządu równowagi z innymi zmysłami – [tutaj](#).

Słownik

aparat przedsionkowy

właściwy narząd równowagi, leżący w uchu wewnętrznym. Tworzą go elementy błędnika błoniastego: trzy przewody półkoliste oraz woreczek i łagiewka

błona bębenkowa

cienka, elastyczna błona łącznotkankowa oddzielająca ucho zewnętrzne od ucha środkowego, odpowiedzialna za wzmacnianie drgań i przekazywanie ich na kosteczki słuchowe

czucie głębokie

rodzaj czucia odbierany przez receptory zlokalizowane w torebkach stawowych, ścięgnach, więzadłach, mięśniach oraz uchu wewnętrznym, odpowiedzialny za rozpoznawanie położenia poszczególnych części ciała względem siebie oraz ich ruchu w przestrzeni

czucie powierzchniowe

rodzaj czucia odbierany przez receptory rozmieszczone na skórze, odpowiadające m.in. za odczuwanie dotyku i ucisku

endolimfa (śródechłonka)

przezroczysty płyn, charakteryzujący się wysokim stężeniem jonów potasowych oraz niskim stężeniem jonów sodowych, wypełniający błędnik błoniasty; ruch endolimfy powoduje pobudzenie komórek zmysłowych właściwego narządu słuchu – narządu spiralnego (Cortiego)

kinocylium

długa, pojedyncza rzęska występująca na powierzchni komórek receptorowych należących do struktur aparatu przedsionkowego oraz na powierzchni komórek słuchowych

komórka receptorowa (receptor)

wyspecjalizowana komórka lub zakończenie dendrytu neuronu czuciowego odbierające bodźce docierające ze środowiska wewnątrz- i zewnątrzkomórkowego oraz mające zdolność do przetwarzania energii bodźca na energię elektryczną impulsu nerwowego

kosteczki słuchowe

najmniejsze kości organizmu: młoteczek, kowadełko i strzemiączko, stanowiące element budowy ucha środkowego; znajdują się w jamie bębenkowej i odpowiadają za wzmocnienie fali dźwiękowej i przekazywanie drgań do ucha wewnętrznego

mechanoreceptory

receptory czuciowe odbierające bodźce mechaniczne, takie jak ucisk, drgania czy odkształcenie tkanek

mózdzek

część mózgu kręgowców, położona na wysokości śródmózgowia, mostu oraz rdzenia przedłużonego, wchodząca w skład tyłomózgowia wtórnego. Mózdzek górną powierzchnią przylega do płatów potylicznych kory mózgowej, dolną – do rdzenia przedłużonego. U ssaków (w tym także u człowieka) składa się z dwóch półkul, połączonych ze sobą strukturą zwaną robakiem. Zawiera ośrodki nerwowe odpowiadające za utrzymanie równowagi, koordynację ruchów oraz regulację napięcia mięśni szkieletowych

narząd spiralny (narząd Cortiego)

receptor słuchu ssaków, część błędnika błoniastego (błędnik) przekształcająca drgania mechaniczne w impulsy bioelektryczne

okienko owalne (okienko przedsionka)

okryta błoną struktura anatomiczna ucha środkowego połączona z kosteczką słuchową – strzemiączkiem; ułatwia przenoszenie drgań z ucha środkowego do schodów przedsionka, które stanowią jeden z trzech kanałów błoniastych ślimaka

osklepek ślimaka

galaretowata substancja występująca w rozszerzeniach kanałów półkolistych, w której zanurzone są rzęski komórek receptorowych

otolity (kamyczki błędnikowe)

element narządu zmysłu równowagi; kryształki zbudowane są z fosforanu i węgla wapnia; znajdują się w galaretowatej substancji, która pokrywa rzęski komórek zmysłowych woreczka i łagiewki

komórka receptorowa (receptor)

wyspecjalizowana komórka lub zakończenie dendrytu neuronu czuciowego odbierające bodźce docierające ze środowiska wewnątrz- i zewnątrzkomórkowego oraz mające zdolność do przetwarzania energii bodźca na energię elektryczną impulsu nerwowego

ośrodki kory mózgowej

funkcjonalne obszary kory mózgowej zwane ośrodkami korowymi; wyróżnia się trzy rodzaje obszarów korowych: czuciowe, ruchowe i kojarzeniowe (asocjacyjne), przy czym: **w obszarach czuciowych** są odbierane informacje zmysłowe (informacje płynące z narządów zmysłu: wzroku, słuchu, smaku, węchu oraz receptorów rozmieszczonych w skórze), **w obszarach ruchowych** kontroli podlegają czynności ruchowe (zależne od woli, wyuczone i mimowolne), a **w obszarach kojarzeniowych** dochodzi do integrowania informacji z obszarów czuciowych i ruchowych oraz pochodzących z innych struktur mózgowia

perylimfa (przychłonka)

płyn wypełniający przestrzeń ucha wewnętrznego między błędnikiem kostnym i błoniastym, składem zbliżony do płynu mózgowo-rdzeniowego; w porównaniu

z endolimfą zawiera mniejsze stężenie jonów potasowych, a większe sodowych

przyspieszenie kątowe

wielkość fizyczna opisująca ruch obrotowy, czyli szybkość zmian prędkości kątowej w czasie

przyspieszenie liniowe

wielkość fizyczna opisująca ruch w linii prostej (zmianę prędkości w czasie)

stereocylia

krótkie, liczne rzęski występujące na powierzchni komórek receptorowych struktur aparatu przedsionkowego oraz na powierzchni komórek słuchowych

ślimak

część ucha wewnętrznego; składa się z części kostnej (o kształcie muszli ślimaka) i mieszczącego się w niej przewodu ślimakowego (część błędnika błoniastego), który zawiera receptor słuchu – narząd spiralny (Cortiego)

ucho środkowe

część ucha składająca się z błony bębenkowej, jamy bębenkowej i trzech kosteczek słuchowych: młoteczka, kowadełka i strzemiączka; częścią ucha środkowego jest też trąbka słuchowa, który łączy jamę bębenkową z gardłem; ucho środkowe odpowiada za wzmacnianie drgań i przekazywanie ich do ucha wewnętrznego

ucho wewnętrzne

część ucha, w której znajduje się właściwy narząd słuchu (przewód ślimakowy) oraz narząd zmysłu równowagi (aparat przedsionkowy)

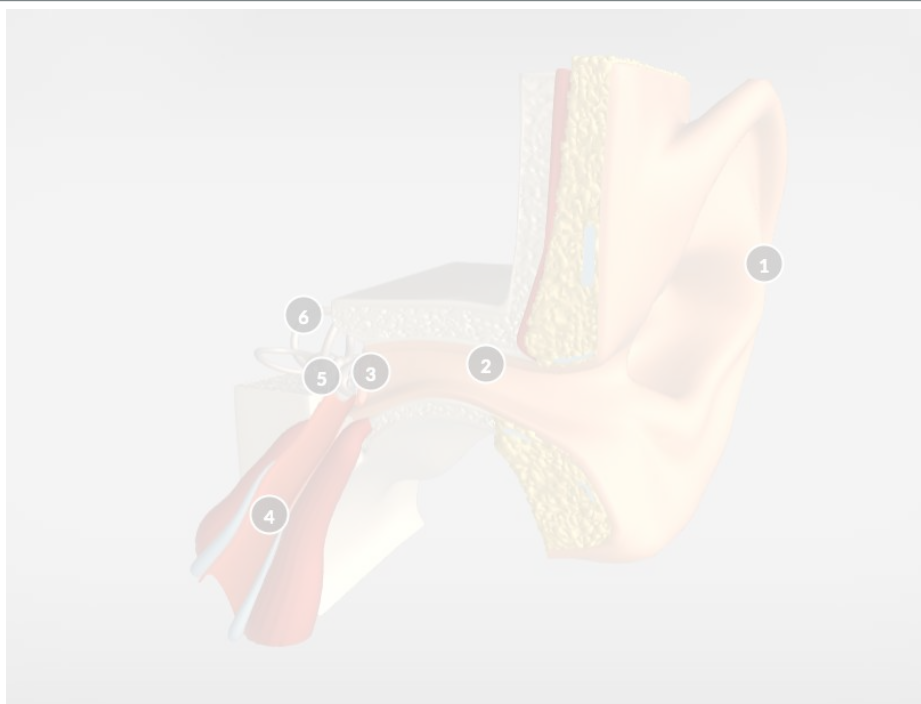
ucho zewnętrzne

część ucha odpowiedzialna za wychwytywanie i przekazywanie dźwięków do ucha środkowego

Model 3D

Polecenie 1

Wskaż na modelu 3D ucha człowieka elementy budowy należące do ucha zewnętrznego, ucha środkowego oraz ucha wewnętrznego.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/Dm4hPjWri>

Model 3D ucha człowieka.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o. o., Przedmiotowy model 3D został opracowany przez Englishsquare.pl Sp. z o.o. na podstawie materiału źródłowego zakupionego w ramach serwisu www.turbosquid.com. Jakikolwiek dalsze użycie tego modelu 3D podlega wszelkim ograniczeniom opisanym w licencji opublikowanej na przywołanej stronie internetowej.

Polecenie 2

Wymień struktury stanowiące narząd równowagi i omów ich budowę. Wskaż na modelu 3D, gdzie są usytuowane.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



U szereguj elementy budowy ucha w kolejności, w jakiej przekazują one falę dźwiękową do narządu spiralnego (narządu Cortiego).

Okienko owalne



Młoteczek



Małżowina uszna



Błona bębenkowa



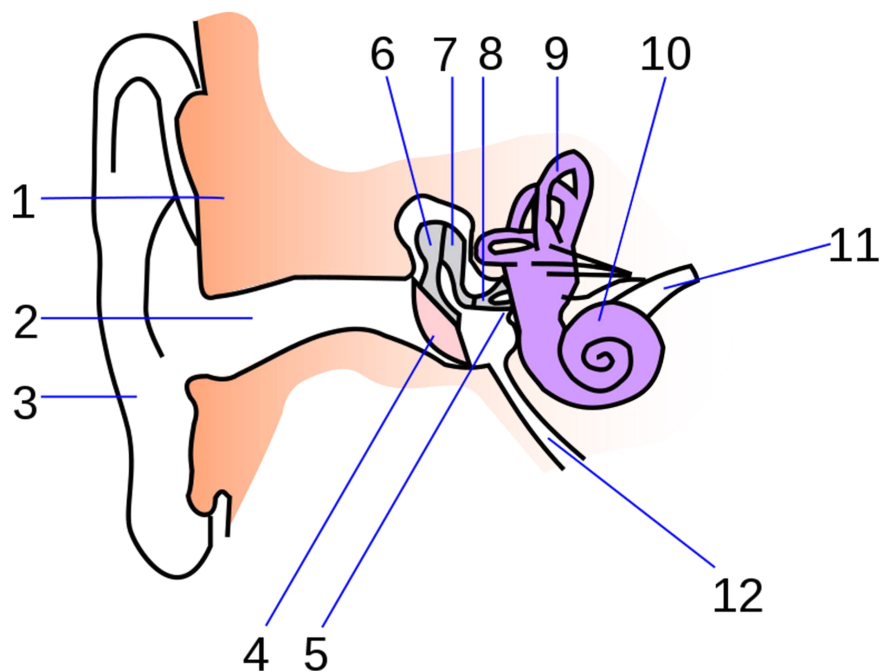
Kowadełko



Strzemiączko



Ćwiczenie 2



Schemat budowy ucha ludzkiego.

Źródło: Surachit, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 4.0.

W okienka wstaw numery, którymi oznaczono na schemacie wymienione niżej struktury.

Strzemiączko

Kowadełko

Mażowina uszna

Okienko owalne

Młoteczek

Błona bębenkowa

10

11

2

3

7

5

12

8

1

6

9

4

Ćwiczenie 3



Odnosząc się do schematu ucha człowieka zamieszczonego w ćwiczeniu 2, wskaż zestaw, w którym numerom oznaczającym elementy budowy ucha prawidłowo przyporządkowano stwierdzenia przypisane literom A, B i C:

A – struktura odpowiedzialna za odczuwanie ruchów obrotowych głowy

B – struktura łącząca ucho wewnętrzne z płatem skroniowym mózgu

C – struktura łącząca ucho z gardłem

- A – 11
- B – 9
- C – 12

- A – 9
- B – 11
- C – 12

- A – 11
- B – 12
- C – 9

- A – 9
- B – 12
- C – 11

Ćwiczenie 4



Kluczowe dla funkcjonowania zmysłu słuchu i równowagi jest wytworzenie impulsu elektrycznego w odpowiedzi na bodziec mechaniczny. Dzieje się tak zarówno w narządzie równowagi (między innymi w bańkach błoniastych kanałów półkolistych), jak i w narządzie spiralnym (narządzie Cortiego). Kluczem do przekazania impulsu do komórek nerwowych są włoski drażnione przez błonę nakrywkową narządu spiralnego (narządu Cortiego) lub przez otolity kanałów półkolistych.

W narządzie spiralnym (narządzie Cortiego) włoski ułożone są wraz ze wzrastającą długością. Podczas rozprzestrzeniania się fali dźwiękowej rzędy włosków krótszych dotykają dłuższych. Napięcie powoduje mechaniczne otwarcie kanałów jonowych, depolaryzację komórki zmysłowej i uwolnienie neuroprzebieżników do sąsiadujących komórek nerwowych. Sytuacja wygląda podobnie w przypadku zmysłu równowagi. Różnica polega na tym, że na komórkach urzęsionych kanałów półkolistych występuje dodatkowy rodzaj znacznie dłuższych włosków nazywanych kinocilliami. Jeśli włoski krótsze przechylają się w stronę kinocillium, dochodzi do depolaryzacji komórki zmysłowej, a jeśli w stronę przeciwną – następuje jej hiperpolaryzacja.

Na podstawie: Rémy Pujol i wsp., *Hair cells: overview*, artykuł dostępny na portalu: www.cochlea.eu

Na podstawie powyższego tekstu i własnej wiedzy wskaż dwa zdania poprawnie opisujące rolę włosków w funkcjonowaniu zmysłu słuchu i zmysłu równowagi.

- Kanały jonowe umożliwiające depolaryzację komórek zmysłowych narządu spiralnym (Cortiego) otwierane są niezależnie od potencjału sąsiadujących komórek nerwowych.
- Włoski obecne na komórkach zmysłowych narządów słuchu i równowagi, stanowią rodzaj kanałów przez które przepływają jony.
- Ułożenie rzędów włosków od najkrótszego do najdłuższego w narządzie spiralnym (Cortiego) powiązane jest z faktem, że fala dźwiękowa dociera do ucha wewnętrznego zawsze z jednego kierunku.
- Ruch włosków w kierunku kinocillium skutkuje impulsem o większej sile niż w przypadku ruchu włosków w kierunku przeciwnym.



Bodziec dźwiękowy może docierać do ślimaka w uchu środkowym za sprawą **przewodnictwa powietrznego** (fala dźwiękowa roznosi się w powietrzu, a drgania przenoszone są przez błonę bębenkową do ucha środkowego i dalej – do ucha wewnętrznego) oraz **przewodnictwa kostnego**.

Przewodnictwo kostne polega na wprawieniu kości (zazwyczaj czaszki) w drgania za pomocą dźwięku, a drgania te przekazywane są następnie do ucha wewnętrznego. Nie do końca znane są nam drogi, którymi przenoszone są drgania w kierunku ślimaka. Ich poznanie wydaje się jednak niezwykle istotne dla efektywniejszego leczenia niedosłuchu lub głuchoty.

W celu dokonania wstępnej oceny przyczyn niedosłuchu przeprowadza się tzw. **próbę Rinnego**. Polega ona na porównaniu długości i jakości dźwięków słyszanych dzięki przewodnictwu powietrznemu oraz dźwięków słyszanych dzięki przewodnictwu kostnemu.

Aby to określić, źródło dźwięku przystawia się badanemu najpierw do małżowiny usznej, a następnie do wyrostka sutkowatego (fragmentu kości skroniowej). Jeśli badany lepiej słyszy dźwięki przenoszone dzięki przewodzeniu powietrznemu, uznaje się, że słyszy prawidłowo, a wynik próby Rinnego określa się jako dodatni. Jeśli badany lepiej słyszy dźwięki przenoszone drogą kostną, diagnozuje się u niego niedosłuch przewodzeniowy (stwierdza się uszkodzenie ucha zewnętrznego lub środkowego), a wynik próby Rinnego określa się jako ujemny.

O niedosłuchu zmysłowo-nerwowym (uszkodzeniu nerwów lub ośrodków w mózgu) mówimy wówczas, gdy upośledzenie słuchowe jest porównywalne w obu typach przewodzenia – wtedy próba Rinnego daje wynik dodatni.

Dodatkowo stosuje się inną metodę badania słuchu, tzw. **próbę Webbera**. Polega ona na tym, że do czoła pacjenta przykładana się drgająca stroik (przyrząd służący do strojenia instrumentów). Zadaniem badanego jest dokonanie oceny, którym uchem lepiej słyszy wydawany przez stroik dźwięk. Jeśli pacjent stwierdza, że słyszy ten dźwięk jednakowo w obu uszach, jego słuch jest prawidłowy. Jeśli jednak badanie wykaże lateralizację (dominację) któregoś z uszu, oznacza to, że pacjent cierpi albo na niedosłuch przewodzeniowy (dźwięk jest słyszalny lepiej w uchu chorym), albo na niedosłuch zmysłowo-nerwowy (dźwięk jest słyszalny lepiej w uchu zdrowym).

Na podstawie: O. Butskiy i wsp., *Rinne test: does the tuning fork position affect the sound amplitude at the ear?*, [w:] „Journal of Otolaryngology – Head and Neck Surgery”, 2016, nr 1.

Na podstawie powyższego tekstu oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Zarówno próba Rinnego, jak i próba Webbera polegają na badaniu słyszenia dźwięków przenoszonych drogą kostną.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jednoczesne zastosowanie prób Rinnego i Webbera pozwala ustalić, czy uszkodzony jest narząd spiralny (narząd Cortiego), czy nerw słuchowy.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dzięki przewodnictwu kostnemu dźwięków można wyleczyć niedosłuch zmysłowo-nerwowy.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Przewodnictwo kostne nie występuje u osób słyszących poprawnie.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ćwiczenie 6



Numer pacjenta	Wynik próbnego Rinnego	Wynik próby Webbera
1	Dodatnia dla obojga uszu	Bez lateralizacji
2	Ujemna dla ucha lewego	Lateralizacja ucha prawego
3	Ujemna dla ucha prawego	Lateralizacja ucha prawego

Przeanalizuj powyższą tabelę oraz tekst zamieszczony w ćwiczeniu 5. Spośród pacjentów 1, 2 i 3 wskaż tego, który słyszy poprawnie (A) oraz tego, dla którego obie próby wykazują niedosłuch spowodowany uszkodzeniem ucha zewnętrznego lub środkowego (B).

A:
B:

2 1 3

Ćwiczenie 7



Fale akustyczne przenoszone do ucha wewnętrznego w tym samym czasie za sprawą przewodnictwa powietrznego i przewodnictwa kostnego mogą się wzajemnie znosić.

Odnosząc się do powyższej informacji, tekstu do ćwiczenia 5 i własnej wiedzy, wyjaśnij, dlaczego pacjent z niedosłuchem przewodzeniowym podczas próby Webbera lepiej słyszy dźwięki w uchu chorym.

Ćwiczenie 8



W 2016 r. przeprowadzono badania mające na celu określenie wpływu uszkodzeń ucha środkowego szynszyli na ciśnienie wywołane dźwiękiem w uchu wewnętrznym. Podczas jednego z eksperymentów unieruchomiono strzemiączko w uchu środkowym szynszyli (A).

W innym doświadczeniu uszkodzono staw występujący pomiędzy kowadełkiem i strzemiączkiem (B). W obu przypadkach przewód słuchowy został zatkany. Próbę kontrolną stanowiły szynszyłe z drożnym przewodem słuchowym i niepoddane modyfikacjom ucha środkowego.

Eksperymenty przeprowadzono w dwóch wersjach:

I: Fale akustyczne przenoszone były do ucha szynszyli drogą powietrzną.

II: Fale akustyczne przenoszone były do ucha szynszyli drogą kostną.

Zaobserwowano wyraźny spadek ciśnienia endolimfy w uchu wewnętrznym podczas przeprowadzania eksperymentów w wersji I (w stosunku do próby kontrolnej). W przypadku przewodnictwa kostnego różnice w stosunku do próby kontrolnej były niewielkie.

Wyjaśnij, dlaczego w celu uzyskania bardziej miarodajnych wyników należy zmienić próbę kontrolną lub próby badawcze. Jak powinny wyglądać poprawnie dobrane próby?

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Ucho jako narząd zmysłu słuchu i równowagi

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

V. Budowa i fizjologia człowieka.

7. Regulacja nerwowa. Uczeń:

8) przedstawia budowę oraz działanie oka i ucha; omawia podstawowe zasady higieny wzroku i słuchu;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

2. Porównanie poszczególnych czynności życiowych zwierząt, z uwzględnieniem struktur odpowiedzialnych za ich przeprowadzanie.

6) Regulacja nerwowa. Uczeń:

k) przedstawia budowę oraz działanie oka i ucha człowieka; omawia podstawowe zasady higieny wzroku i słuchu,

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii.

Cele operacyjne (językiem ucznia):

- Przedstawisz budowę ucha zewnętrznego, środkowego i wewnętrznego.
- Wyjaśnisz, na czym polega rola ucha jako narządu zmysłu słuchu.
- Wyjaśnisz, na czym polega rola ucha jako narządu zmysłu równowagi.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- praca z modelem 3D;
- mapa myśli;
- analiza tekstu źródłowego;
- gra dydaktyczna.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda;
- arkusze papieru, flamastry.

Przed lekcją:

1. Uczniowie zapoznają się z treścią w sekcji „Przeczytaj”.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy temat lekcji oraz cele zajęć, omawiając lub ustalając razem z uczniami kryteria sukcesu.
2. **Wprowadzenie do tematu – praca z multimedium („Model 3D”).** Nauczyciel prosi uczniów, by na podstawie e-materiału, z którym mieli zapoznać się przed lekcją, wymienili elementy budowy należące do ucha zewnętrznego, ucha środkowego oraz

ucha wewnętrznego, a następnie wyświetla model 3D zawarty w e-materiale i prosi wybranych uczniów o wskazanie wymienionych elementów.

Faza realizacyjna:

1. **Mapa myśli.** Uczniowie, pracując w grupach czteroosobowych, tworzą mapę myśli, na której zapisują elementy budowy ucha i dodają informacje na temat ich funkcji.
2. **Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Uczniowie w parach wykonują ćwiczenie nr 4 (w którym mają za zadanie – na podstawie tekstu źródłowego i własnej wiedzy – wskazać dwa zdania poprawnie opisujące rolę włosków w funkcjonowaniu zmysłu słuchu i zmysłu równowagi) z sekcji „Sprawdź się”. Następnie porównują swoje odpowiedzi z najbliższymi siedzącymi sąsiadami. Nauczyciel w razie trudności naprowadza podopiecznych na właściwe rozwiązania lub wyjaśnia wątpliwości.
3. Następne ćwiczenie – nr 7 (w którym uczniowie mają za zadanie wyjaśnić – na podstawie tekstu źródłowego i własnej wiedzy – dlaczego pacjent z niedosłuchem przewodzeniowym podczas próby Webbera lepiej słyszy dźwięki w uchu chorym) – uczniowie rozwiązują w grupach 4-osobowych. Po jego wykonaniu i uzgodnieniu przez każdą grupę wspólnego wyboru następuje omówienie rezultatów na forum klasy.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie dzielą się na dwie grupy i na podstawie przeczytanego tekstu oraz informacji zawartych w medium w sekcji „Model 3D” układają pytania quizowe dla drugiego zespołu: grupa I układa pytania dotyczące ucha jako narządu słuchu, a grupa II – dotyczące ucha jako narządu równowagi. Nauczyciel wraz z uczniami określa zasady rywalizacji i punktowania dobrych odpowiedzi (np. gra na czas lub na liczbę poprawnych odpowiedzi). Przeprowadzenie gry w klasie. Nauczyciel lub wybrany uczeń dba o prawidłowy przebieg quizu zgodnie z wcześniejszymi ustaleniami. Nauczyciel ogłasza zwycięską drużynę.
2. Nauczyciel wyświetla treści zawarte w sekcji „Wprowadzenie” i na ich podstawie dokonuje podsumowania najważniejszych informacji przedstawionych na lekcji. Wyjaśnia także wątpliwości uczniów.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia od 1 do 3 oraz 5 i 6 z sekcji „Sprawdź się”.
2. Dla chętnych: Wykonaj ćwiczenie nr 8 z sekcji „Sprawdź się”.

Materiały pomocnicze:

- Jane B. Reece i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2021.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

Dodatkowe wskazówki metodyczne:

- Nauczyciel może wykorzystać medium zamieszczone w sekcji „Model 3D” do podsumowania lekcji.