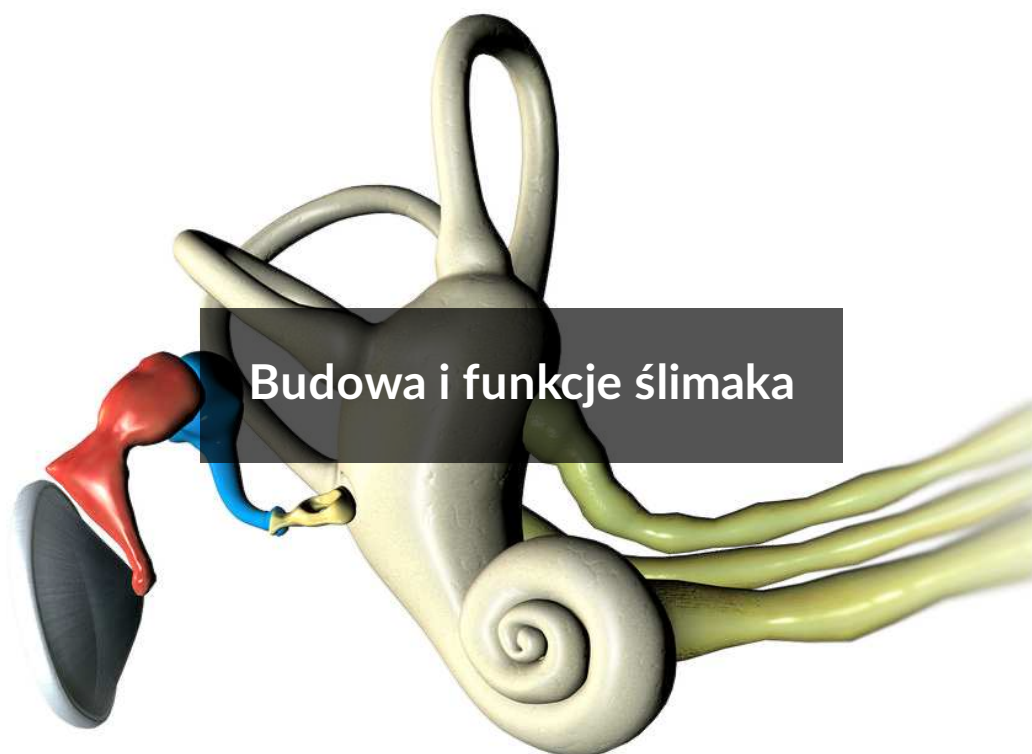




Budowa i funkcje ślimaka

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Model 3D
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Budowa i funkcje ślimaka

Ślimak ma postać spiralnie zwiniętego kanału o długości ok. 35 mm.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Ślimak, zwany także kanałem spiralnym, jest elementem ucha wewnętrznego, a dokładniej – częścią błędnika kostnego, kształtem przypominającą muszlę ślimaka winniczka (*Helix pomatia*). Wewnątrz kanału spiralnego znajduje się błoniasty przewód ślimakowy, a w nim narząd spiralny (narząd Cortiego), który stanowi właściwy narząd słuchu. Budują go bardzo czułe komórki zmysłowe (receptorowe), odbierające bodźce w postaci drgań mechanicznych i przekształcające je w impulsy nerwowe. Impulsy te za pośrednictwem nerwu przedsionkowo-ślimakowego przekazywane są do mózgu, gdzie powstaje wrażenie słuchowe.

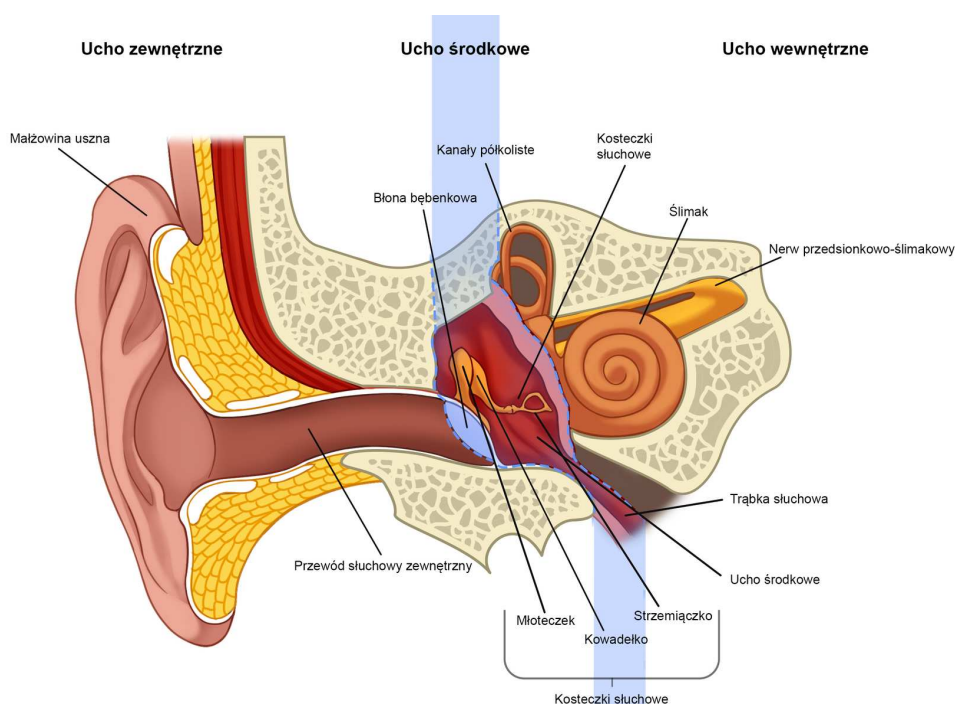
Twoje cele

- Omówisz budowę i funkcje ślimaka.
- Wyjaśnisz przystosowania w budowie ślimaka do pełnienia roli narządu słuchu.
- Omówisz drogę fal dźwiękowych i powstawanie impulsu nerwowego w uchu.

Przeczytaj

Budowa ślimaka (kanału spiralnego)

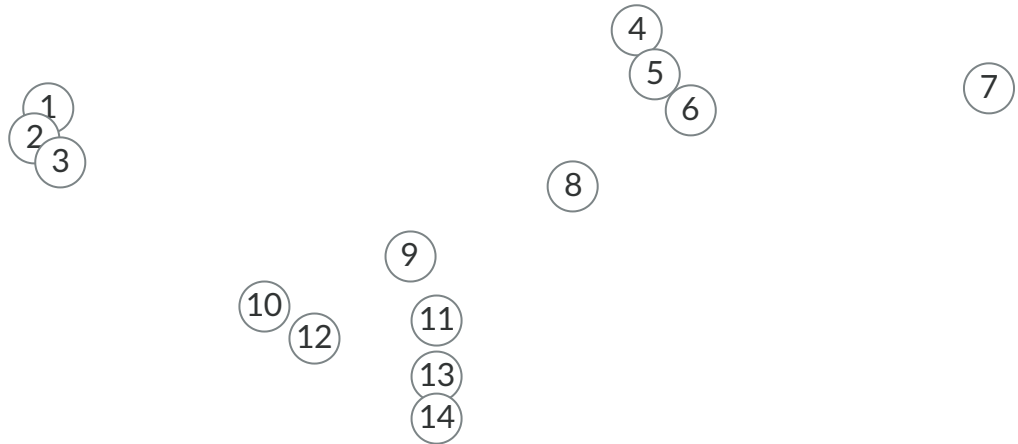
Ślimak, który swą główną nazwę zawdzięcza kształtowi przypominającemu ślimaczą muszlę, jest częścią ucha wewnętrznego, zwanego także błędnikiem.



Budowa ucha człowieka.

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

Więcej na temat budowy ucha człowieka i jego podziału na ucho zewnętrzne, środkowe i wewnętrzne przeczytasz [tutaj](#).



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 bębenka

14

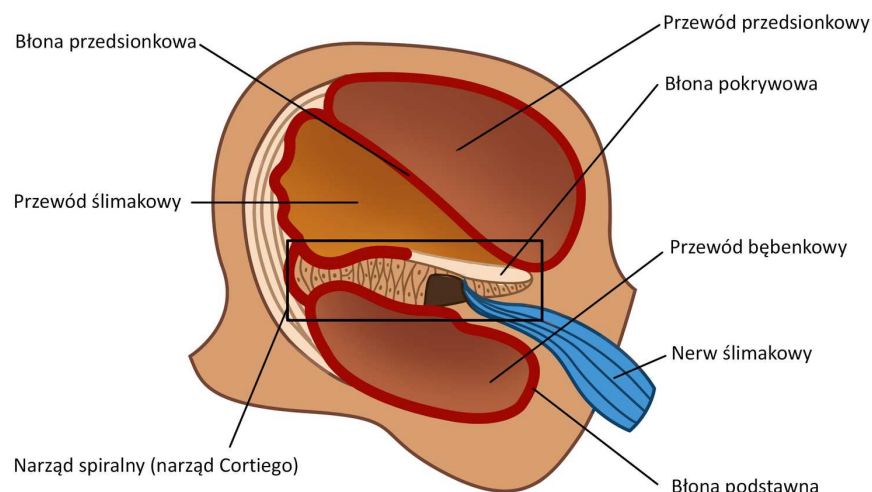
Ślimak (kanał spiralny)

Schemat ucha wewnętrznego (błędniaka). Ucho wewnętrzne składa się z dwóch części: zewnętrznej, zwanej błędniakiem kostnym oraz wewnętrznej, zwanej błędniakiem błoniastym. Kolorem fioletowym zaznaczono zarys błędniaka kostnego, kolorem niebieskim – wypełniający go błędnik błoniasty.

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

Ślimak stanowi element błędniaka kostnego – jest długim, zwężającym się kanałem kostnym, zwiniętym spiralnie (stąd nazywany bywa także kanałem spiralnym).

W ślimaku mieszczą się trzy, przylegające do siebie, kanały błoniaste: centralnie położony **przewód ślimakowy** oraz znajdujące się nad nim **schody przedsionka** i usytuowane pod nim **schody bębenka**. Schody przedsionka są oddzielone od przewodu ślimakowego **błoną przedsionkową**, a schody bębenka – **błoną podstawną**. Wszystkie trzy kanały zbiegają się u szczytu ślimaka.



Przekrój poprzeczny przez ślimak.

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

Przewód ślimakowy

Przewód ślimakowy, będący częścią błędnika błoniastego, odchodzi od [woreczka](#) (struktury należącej do właściwego narządu równowagi – [aparatu przedsionkowego](#), o którym więcej możesz przeczytać [tutaj](#)) i kończy się ślepo na wierzchołku ślimaka.

Przewód ślimakowy, podobnie jak pozostałe elementy błędnika błoniastego, jest wypełniony [endolimfą \(śródcłonką\)](#).

Wzdłuż przewodu ślimakowego położony jest właściwy narząd słuchu, określany mianem **narządu spiralnego** lub **narządu Cortiego**.

Narząd spiralny (narząd Cortiego)

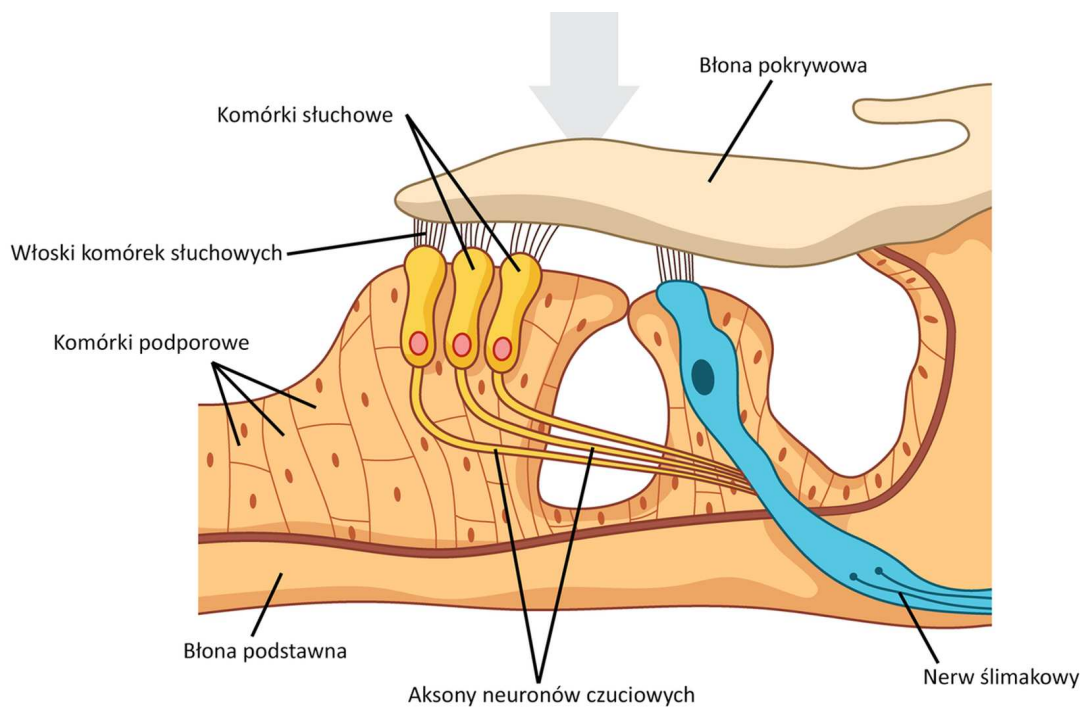
Usytuowany wzdłuż przewodu ślimakowego narząd spiralny (narząd Cortiego) jest oparty na błonie podstawnej. Tworzą go komórki podporowe oraz cylindryczne orzęsione komórki słuchowe, które są właściwymi [receptorami](#) fal dźwiękowych.

Rzęski komórek słuchowych, zwane **włoskami komórek słuchowych**, są skierowane do światła przewodu ślimakowego, a od góry przykryte błoną pokrywową. Rzęski te przekształcają zmiany ciśnienia endolimfy (znajdującej się wewnątrz przewodu ślimakowego) w impulsy nerwowe, które następnie przekazywane są nerwem ślimakowym do ośrodków w płacie skroniowym kory mózgowej. Tam następuje analiza poszczególnych impulsów i przypisywane są im konkretne znaczenia (dzięki temu potrafimy odróżnić np. pisk myszy od pisku opon).

Ciekawostka

Wśród włosków komórek słuchowych wyróżnia się:

- **stereocilia** – liczne krótkie rzęski;
- **kinocylium** – pojedynczą, długą rzęskę.



Uproszczona budowa anatomiczna narządu spiralnego (narządu Cortiego).

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

Schody przedsionka i schody bębenka

Schody przedsionka oraz schody bębenka to kanały przylegające do przewodu ślimakowego (**schody przedsionka** znajdują się nad przewodem ślimakowym, a **schody bębenka** pod nim). Kanały te łączą się na szczycie ślimaka i są wypełnione **perylimfą (przychłonką)**. Ich ujścia dochodzą do granicy między uchem wewnętrznym a uchem środkowym: na końcu schodów przedsionka znajduje się okienko owalne (przedsionka), a na końcu schodów bębenka – okienko okrągłe (ślimaka).

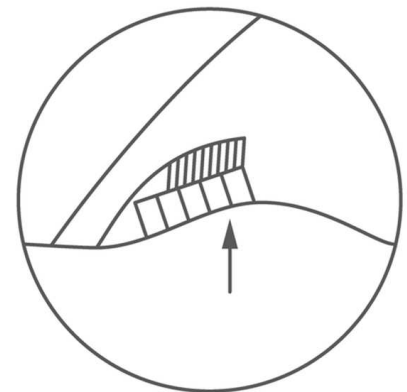
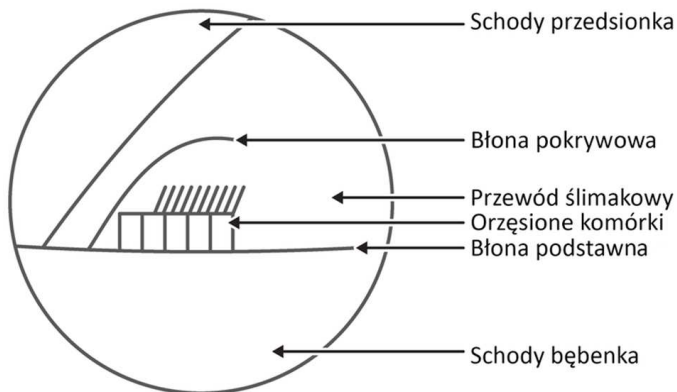
Okienko owalne (przedsionka) i okienko okrągłe (ślimaka)

Okienko owalne (przedsionka) zamyka błona, która bezpośrednio styka się z kosteczką słuchową – **strzemiączkiem**. Dzięki okienku owalnemu możliwe jest przeniesienie drgań z ucha środkowego do schodów przedsionka.

Okienko okrągłe (ślimaka) jest okryte **błoną bębenkową wtórną** (nie należy jej mylić z **błoną bębenkową** zamykającą przewód słuchowy zewnętrzny). Błona bębenkowa wtórna wspomaga przekazywanie drgań do przewodu ślimakowego, w którym znajduje się narząd spiralny (narząd Cortiego).

Jak działa ślimak? Powstawanie wrażeń słuchowych

Fala dźwiękowa pobrana przez małżowinę uszną w postaci drgań, kierowana jest do przewodu słuchowego, a następnie kolejno na błonę bębenkową, kosteczki słuchowe i błonę okienka owalnego (przedsionka). Wprawiona w ruch błona okienka owalnego powoduje powstanie fali ciśnienia w perylimfie. Fala ciśnienia, przechodząc przez schody przedsionka i schody bębenka, uciska przewód ślimakowy, w wyniku czego powstaje fala ciśnienia w endolimfie. Wywołuje to drgania błony podstawnej i uginanie rzęsek komórek zmysłowych narządu spiralnego.



Rzęski komórek zmysłowych wyginają się, co generuje powstanie impulsu nerwowego.

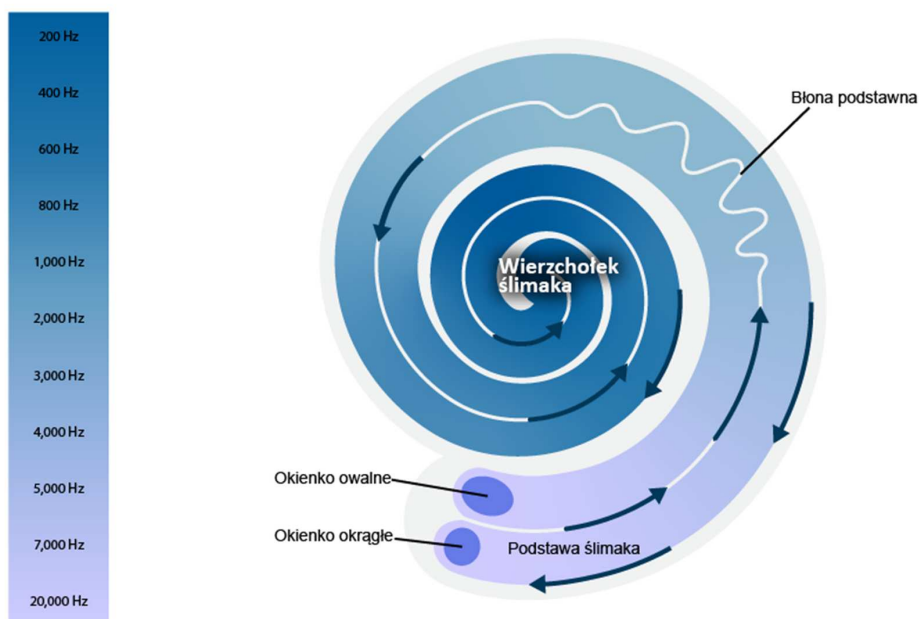
Drgania błony podstawnej w odpowiedzi na dźwięk podnoszą i obniżają komórki słuchowe, zginając ich rzęski względem błony pokrywowej, co prowadzi do powstania impulsu nerwowego.

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

Zapamiętaj!

Orzęsione komórki słuchowe, będące właściwymi receptorami fal dźwiękowych, należą do **mechanoreceptorów**, czyli receptorów odpowiadających za odbiór bodźców mechanicznych, takich jak ucisk, drgania czy odszańcenie tkanek.

Określona częstotliwość drgań pobudza komórki zmysłowe w odpowiadającym jej odcinku ślimaka.



Wysokie częstotliwości pobudzają drgania błony u podstawy, niskie częstotliwości bliżej wierzchołka ślimaka.
 Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ważne!

Do podstawowych funkcji ślimaka (kanału spiralnego) należy:

- odbieranie bodźców dźwiękowych;
- ochrona właściwego narządu słuchu, czyli narządu spiralnego (narządu Cortiego).

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, o eliptycznym kształcie i grubości 0,1 mm, oddzielająca ucho zewnętrzne od ucha środkowego. Jest odpowiedzialna za wzmacnianie drgań i przekazywanie ich na kosteczki słuchowe

endolimfa (śródcłonka)

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

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
narządy otolitowe

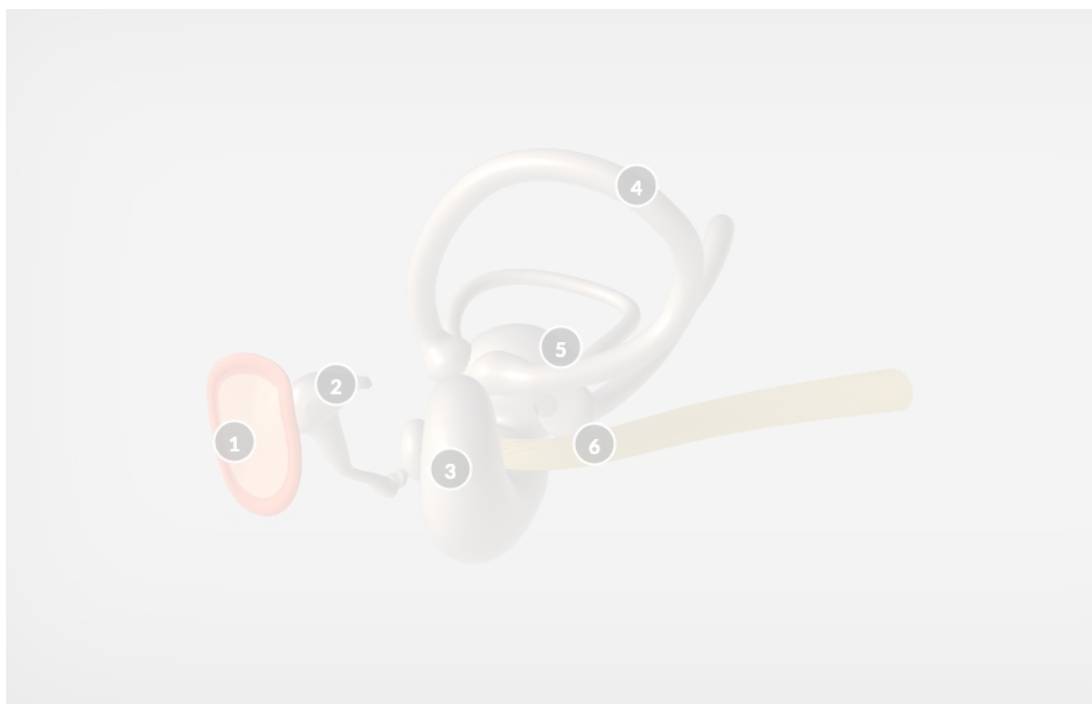
określenie stosowane w odniesieniu do woreczka i łagiewki, struktur aparatu przedsionkowego, dla których charakterystyczna jest obecność otolitów, zwanych także kamyczkami błędnikowymi, odgrywających bardzo ważną rolę w utrzymaniu równowagi
perylimfa (przychłonka)

płyn wypełniający przestrzeń ucha wewnętrznego między błędnikiem kostnym i błoniastym, składem zbliżony do płynu mózgowo-rdzeniowego; w porównaniu z endolimfą zawiera mniejsze stężenie jonów K^+ , a większe Na^+

woreczek

jeden z tzw. narządów otolitowych, należący do struktur aparatu przedsionkowego. Woreczek jest położony w przedsionku błędnika kostnego, od którego odchodzi przewód ślimakowy. We wnętrzu woreczka występują otolity, zwane także kamyczkami błędnikowymi, odgrywające bardzo ważną rolę w utrzymaniu równowagi

Model 3D



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D14kEcFVn>

Model 3D ucha środkowego i wewnętrznego.

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 1

Opisz drogę fal dźwiękowych oraz impulsu nerwowego.




Polecenie 2

Wyjaśnij, w jaki sposób dochodzi do wytworzenia impulsu nerwowego w ślimaku.

Polecenie 3

Wykaż, że ślimak przekształca zmiany ciśnienia płynu w impulsy nerwowe.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



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

Ćwiczenie 2



Zaznacz prawidłowe dokończenie zdania.

Przewód ślimakowy jest wypełniony...

- limfą.
- płynem tkankowym.
- perylimfą.
- endolimfą.

Ćwiczenie 3



Zaznacz prawidłowe dokończenie zdania oraz uzasadnienie.

Zamiana drgań fal dźwiękowych na impulsy elektryczne przesyłane następnie do mózgu zachodzi w...

oładniku kostnym. <input type="checkbox"/>		przewodzie ślimakowym. <input type="checkbox"/>		schodach przedsionka. <input type="checkbox"/>
Uzasadnienie:				
Ponieważ stanowi on kanał w kości skroniowej znajdującej się nad ośrodkami skroniowymi kory mózgowej, gdzie powstaje wrażenie słuchowe. <input type="checkbox"/>		Ponieważ stanowi on spiralnie zwinięty kanał błoniasty wypełniony płynem. <input type="checkbox"/>		Ponieważ na błonie podstawnej znajdują się komórki zmysłowe, od których odchodzą włókna nerwów czuciowych. <input type="checkbox"/>

Ćwiczenie 4



Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń.

	Prawda	Fałsz
Na błonie pokrywowej znajdują się szeregi komórek przetwarzających bodźce mechaniczne na impulsy nerwowe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Na błonie podstawnej przewodu ślimakowego znajduje się narząd spiralny.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Drgania perylimfy powodują wyginanie się rzęsek komórek zmysłowych.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Przewód ślimakowy leży między schodami przedsionka i schodami bębienka.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ćwiczenie 5



Uporządkuj w prawidłowej kolejności przebieg fal dźwiękowych w uchu wewnętrznym.

- Błona podstawna wprawiana jest w drgania, a rzęski komórek zmysłowych uginają się.
- Pobudzone komórki narządu spiralnego (Cortiego) generują impuls nerwowy.
- Fala ciśnienia zostaje przekazana na endolimfę.
- Drgania przekazywane są na okienko owalne schodów przedsionka.
- Drgania okienka owalnego powodują powstanie fali ciśnienia w perylimfie.

Ćwiczenie 6



Uzupełnij tekst, wybierając właściwe określenia.

Kosteczki słuchowe Komórki słuchowe pod wpływem drgań błony podstawnej pokrywowej dotykają błony podstawnej pokrywowej, wywołując impulsy nerwowe, które w ośrodkach słuchowych kory mózgowej kory rdzenia kręgowego powodują powstanie wrażenia słuchowego.

Ćwiczenie 7



Dźwięki piskliwe, cienkie mają wysoką częstotliwość, a grube – niską. Młody człowiek wydaje dźwięki o zakresie częstotliwości od 20 do 20000 Hz, starszy w przedziale od 50 do 8000 Hz.

Określ, w którym odcinku ślimaka (u podstawy czy przy wierzchołku) będzie odbierany krzyk małego dziecka.

Ćwiczenie 8



Wyjaśnij, jaką rolę w powstawaniu impulsu nerwowego odgrywa perylimfa.

Dla nauczyciela

Autor: Agnieszka Pieszalska

Przedmiot: biologia

Temat: Budowa i funkcje ślimaka

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

Cele operacyjne:

Uczeń:

- omawia budowę i funkcje ślimaka;
- wyjaśnia przystosowania w budowie ślimaka do pełnienia roli narządu słuchu;
- omawia drogę fal dźwiękowych i powstawanie impulsu nerwowego w uchu.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- strategia kształcenia wyprzedzającego;
- IBSE – nauczanie przez dociekanie naukowe.

Metody i techniki nauczania:

- pogadanka;
- analiza tekstu źródłowego;
- metoda niedokończonych zdań;
- ćwiczenia interaktywne.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda;
- niedokończone zdania (zob. materiały pomocnicze).

Przed lekcją:

Uczniowie zapoznają się z treścią e-materiału.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wraz z uczniami, na podstawie ilustracji zamieszczonych w e-materiale, przypomina budowę ucha, zwracając uwagę na położenie ślimaka.
2. Nauczyciel zadaje pytanie: „Jaką funkcję pełni w uchu ślimak?”
3. Nauczyciel omawia cele lekcji.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel dzieli klasę na cztery grupy. Każdy zespół na podstawie e-materiału opracowuje takie same zagadnienia, tworząc notatkę za pomocą mapy pojęć (zwracając szczególną uwagę na jej przejrzystość i zawartość wszystkich istotnych informacji):
 - budowa i funkcja ślimaka;
 - przystosowania w budowie ślimaka do pełnienia roli narządu słuchu;
 - droga fal dźwiękowych i impulsu nerwowego w uchu.
2. Po upływie wyznaczonego czasu grupy prezentują wyniki swojej pracy. Nauczyciel wspólnie z uczniami wybiera najlepiej wykonaną mapę.
3. Nauczyciel wyświetla model 3D przedstawiający budowę anatomiczną kanału słuchowego. Uczniowie analizują go i wykonują odnoszące się do niego polecenia.
4. Uczniowie wykonują ćwiczenia interaktywne numer: 5 (uporządkowanie kolejności przebiegu fal w uchu wewnętrznym), 6 (wybranie prawidłowych informacji do tekstu dotyczącego odbierania i przekazywania do mózgu bodźców słuchowych), 7 (określenie w której części ślimaka jest odbierany krzyk małego dziecka) oraz 8 (wyjaśnienie roli perylimfy). Następnie wspólnie z nauczycielem omawiają prawidłowe rozwiązania.

Faza podsumowująca:

Wskazany przez nauczyciela uczeń kończy odczytane przez nauczyciela zdanie (zob. materiały pomocnicze). Jeśli zrobi to prawidłowo, wyznacza swojego następcę. W przeciwnym wypadku jego miejsce zajmuje zgłaszająca się osoba.

Praca domowa:

Wykonaj ćwiczenia interaktywne od 1 do 4.

Materiały pomocnicze

Niedokończone zdania:

1. Małżowina uszna i przewód słuchowy to elementy budowy ucha...
2. W uchu środkowym możemy wyróżnić...
3. Do ucha wewnętrznego należy...
4. Właściwym narządem słuchu jest...
5. W ślimaku znajdują się trzy błoniaste kanały, konkretnie...
6. Narząd spiralny zaopatrzony jest...
7. Drgania za pośrednictwem kosteczek słuchowych przekazywane są...
8. Fala ciśnienia, przechodząc przez schody przedsionka i schody bębenka, uciska...
9. Pod wpływem drgań rzęski komórek zmysłowych dotykają błony nakrywkowej i powodują...
10. Wysokie częstotliwości pobudzają drgania błony u podstawy ślimaka, natomiast niskie częstotliwości...

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania modelu 3D:

Model 3D może zostać wykorzystany podczas lekcji dotyczącej budowy ucha.