

Лекція № 13
З нормальної фізіології для студентів 2
курсу, що навчаються за спеціальністю
«Лікувальна справа»
2016

СЛУХОВИЙ І
ВЕСТИБУЛЯРНИЙ
АНАЛІЗАТОРИ

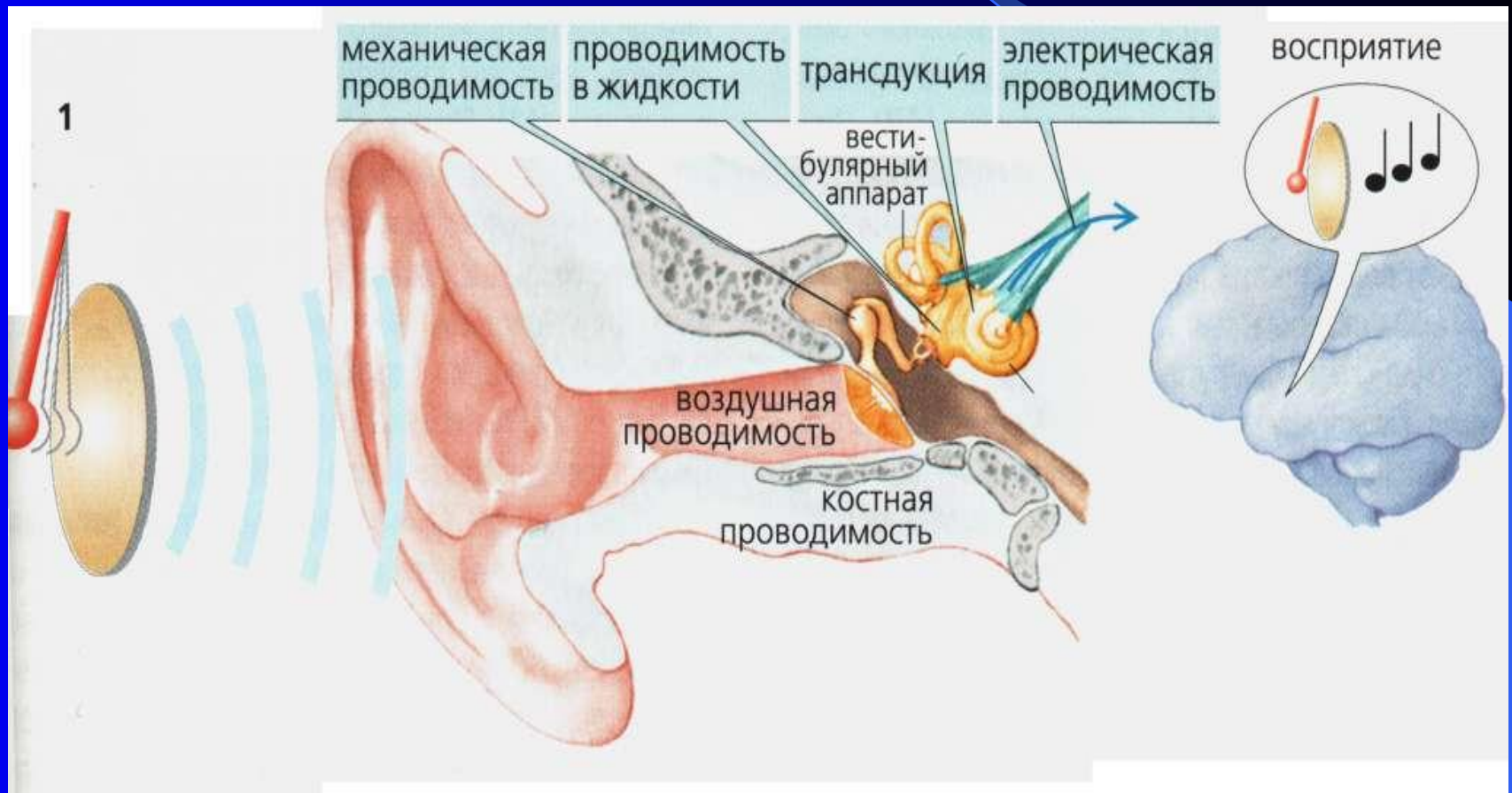


Звук

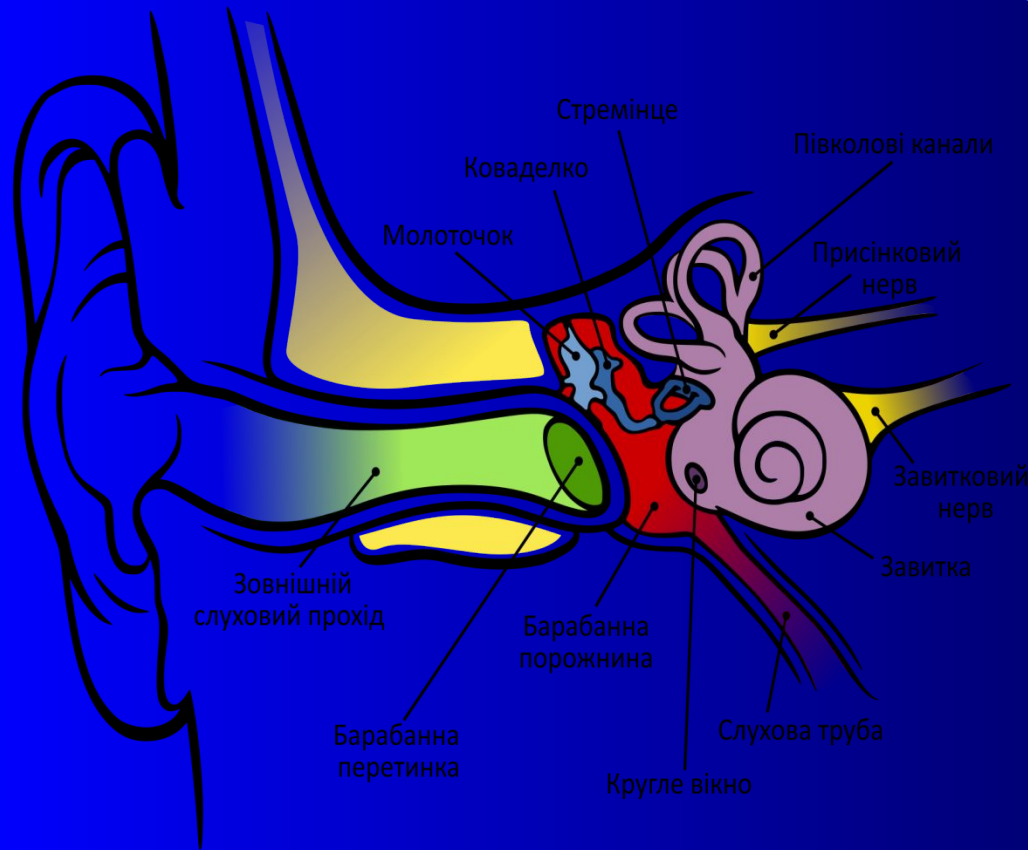
Звукові сигнали можна уявити як *коливальні рухи повітря з різною частотою і силою*. Вони збуджують слухові рецептори в завитці внутрішнього вуха. Слухова сенсорна система для людини є другою після зору за значимістю та обсягом інформації одержуваної від зовнішнього середовища.

Схема відділів вуха

Вухо людини здатне сприймати звук при коливанні повітря в діапазоні від 16 до 20.000 Гц.

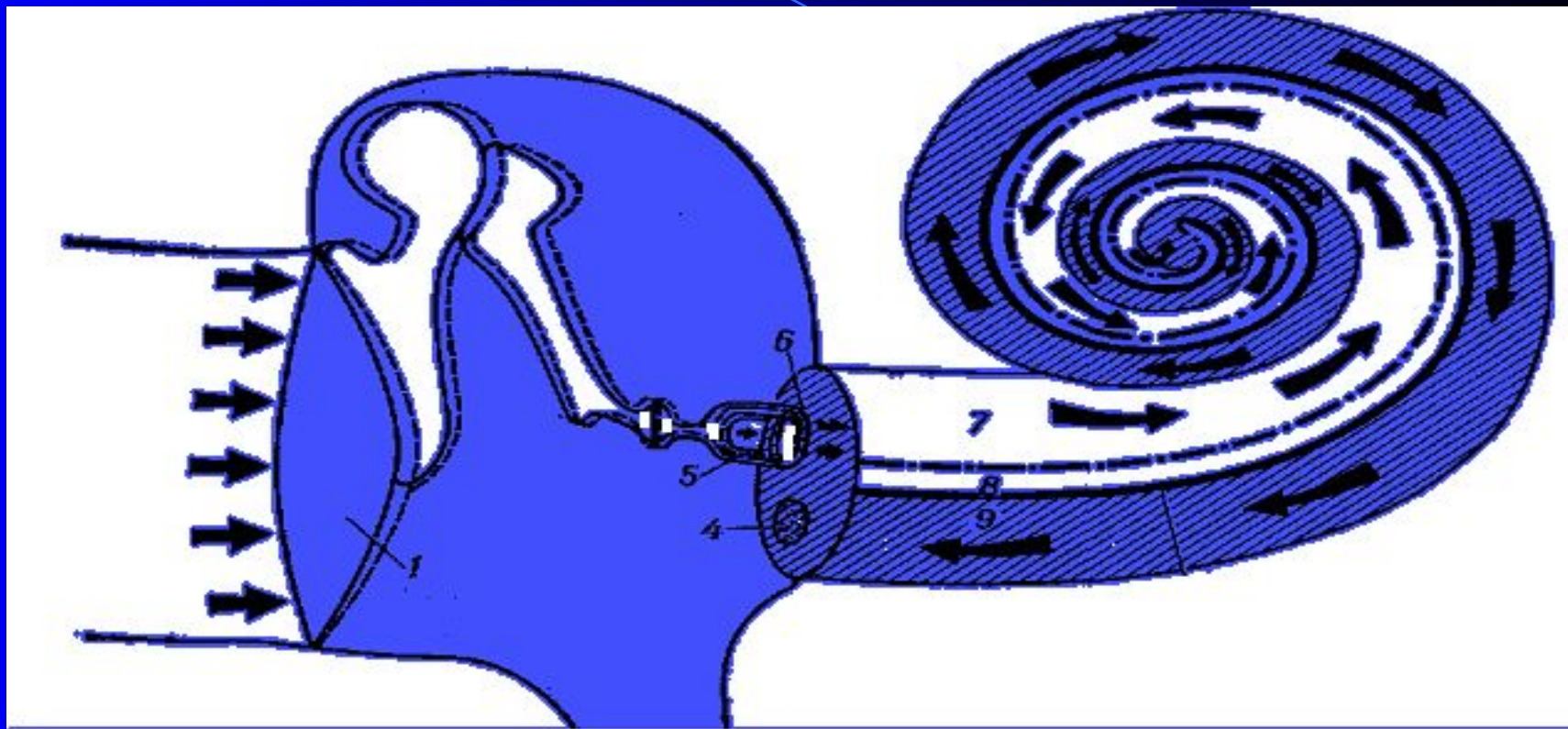


Зовнішнє вухо



Зовнішнє вухо вловлює і проводить звукові коливання до барабанної перетинки.

Схема поширення звукової хвилі



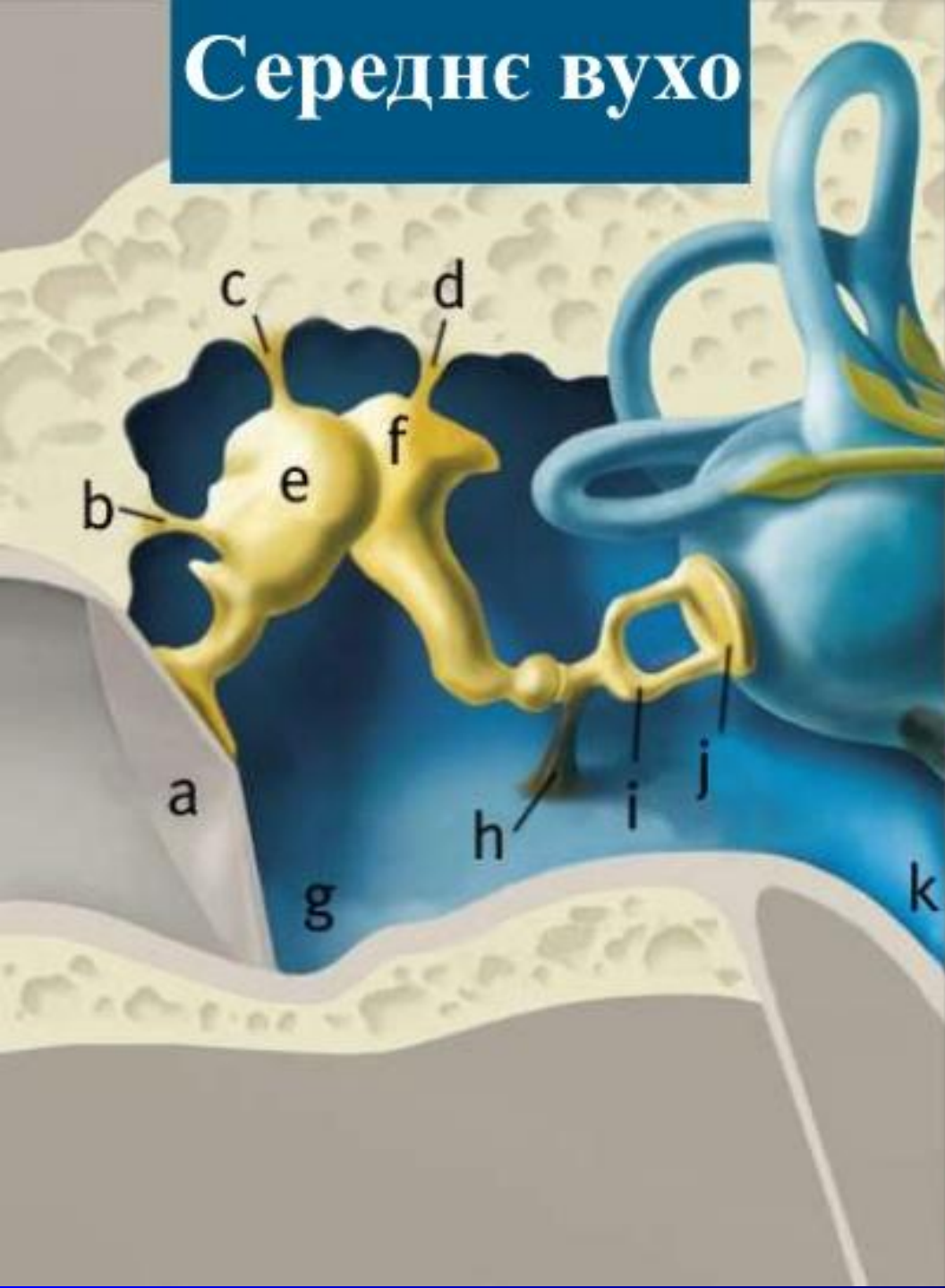
Звукові коливання сприймаються барабанною перетинкою і за допомогою системи кісточок передаються на мембрану овального вікна.

Среднє вухо

Слухові кісточки: *молоточок, коваделко і стремінце* передають і підсилюють коливання звукової хвилі на мембрані овального вікна.

Євстахієва труба з'єднує порожнину середнього вуха з носоглоткою і вирівнює тиск до атмосферного з обох сторін барабанної перетинки.

Середнє вухо



Середнє вухо представлено **барабанною порожниною**, яка розташована в скроневій кістці заповнена повітрям та вкрита епітелієм.

В середині якої розташовані слухові кісточки:

- **молоточек (e)**
- **коваделко (f)**
- **стремінце (i)**

Порожнина середнього вуха сполучається з носоглоткою за допомогою слухової труби

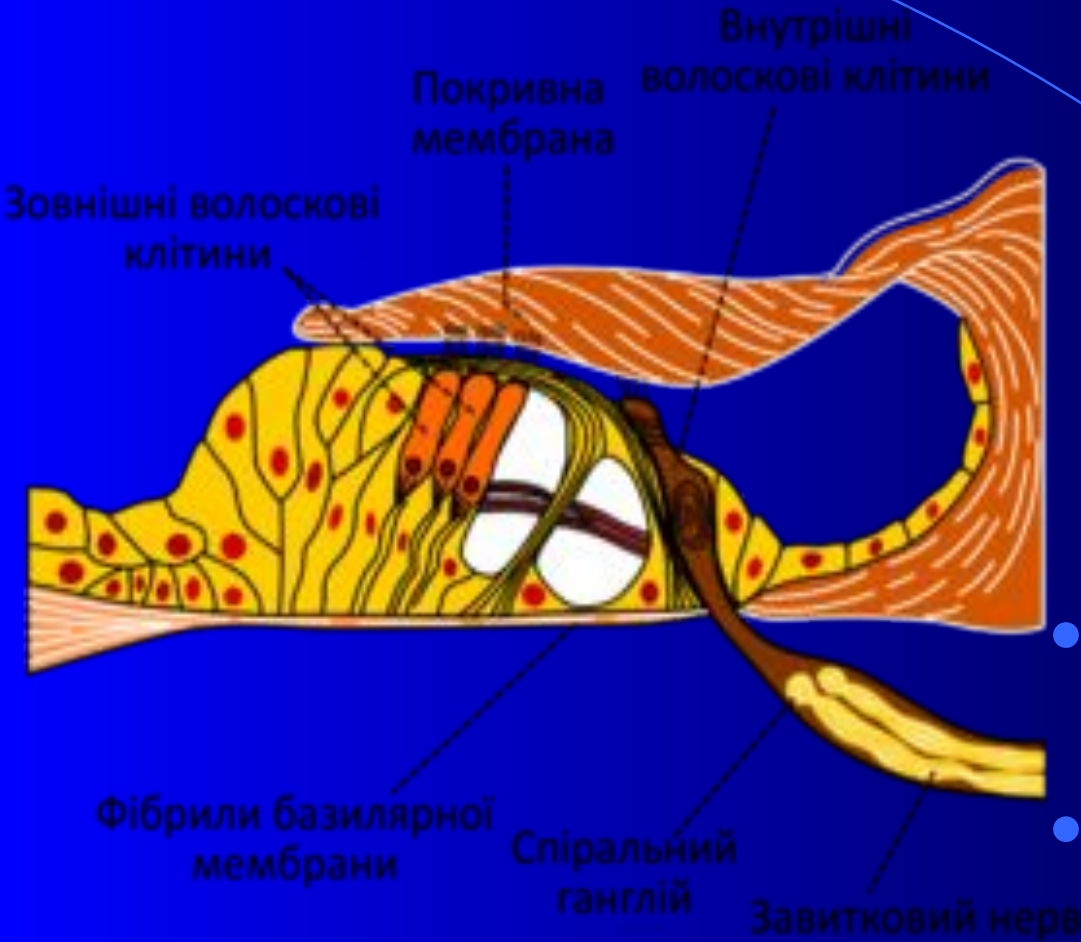
- **слухова труба (k)**

Внутрішнє вухо

Внутрішнє вухо включає *присінок*, *півколові канали* і *завитку*.

Завитка це кістковий спіральний канал, який утворює 2,5 оберти, він розділений двома мембранами *вестибулярною* і *базилярною*. На вершині завитки обидві ці мембрани з'єднуються через овальний отвір - *helicotrema*.

Кортіїв орган



На *базиллярній* мембрані розташовується кортіїв орган. Рецепторні клітини слуху відносяться до вторинночутливих клітин двох типів:

- внутрішні - розташовуються в один ряд.
- зовнішні - в 3-4 ряди.

Внутрішні клітини мають до 40 коротких волосків, а **зовнішні** мають до 120 тонких і довгих волосків.

Волоскові клітини

Внутрішні волоскові клітини утворюють до 90% волокон слухового нерва і 10% зовнішні волоскові клітини.

Волоски рецепторних клітин (стереоцилії) омиваються *ендолімфою* і контактують з *текторіальною мембраною*.

Вестибулярна і базилярна мембрани поділяють кістковий канал завитки на **три канали:**

- Верхній - *scala vestibuli*, він заповнений перилімфою.
- Середній - *scala media*, він заповнений ендолімфою.
- Нижній - *scala tympani*, він заповнений перилімфою.

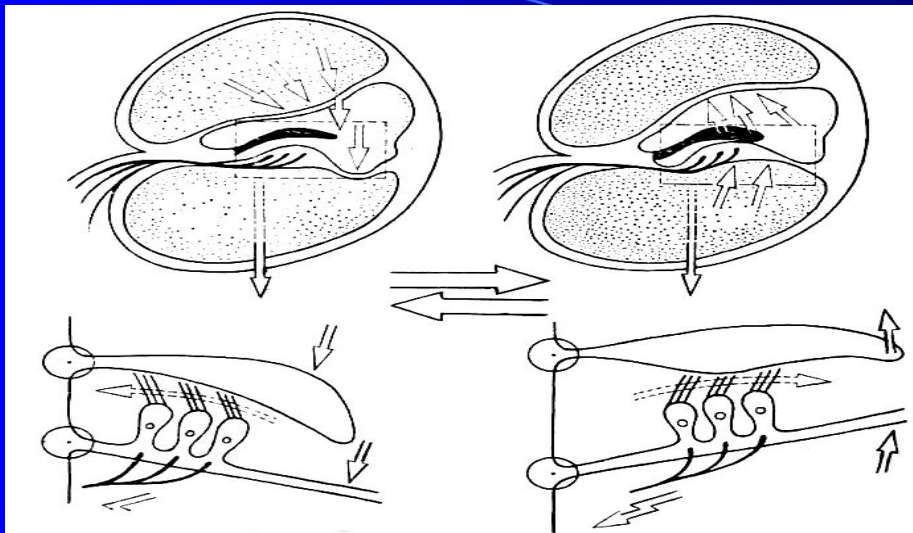
Ендо- и перилімфа внутрішнього вуха

Простір *середніх сходів* заповнений *ендолімфою*.
Простір *верхнього і нижнього каналів* заповнений *перилімфою*.
Склад перилімфи близький до ліквору головного мозку.

Ендолімфа відрізняється від перилімфи тим, що в ній в 100 разів більше K^+ і в 10 разів менше Na^+ .

За концентрацією вказаних іонів ендолімфа заряджена *позитивно* по відношенню до перилімфи.

Ендолімфа є результатом активної секреції епітелію судинної смужки.



Механізм передачі коливань ендолімфи на рецепторні клітини кортіївого органу

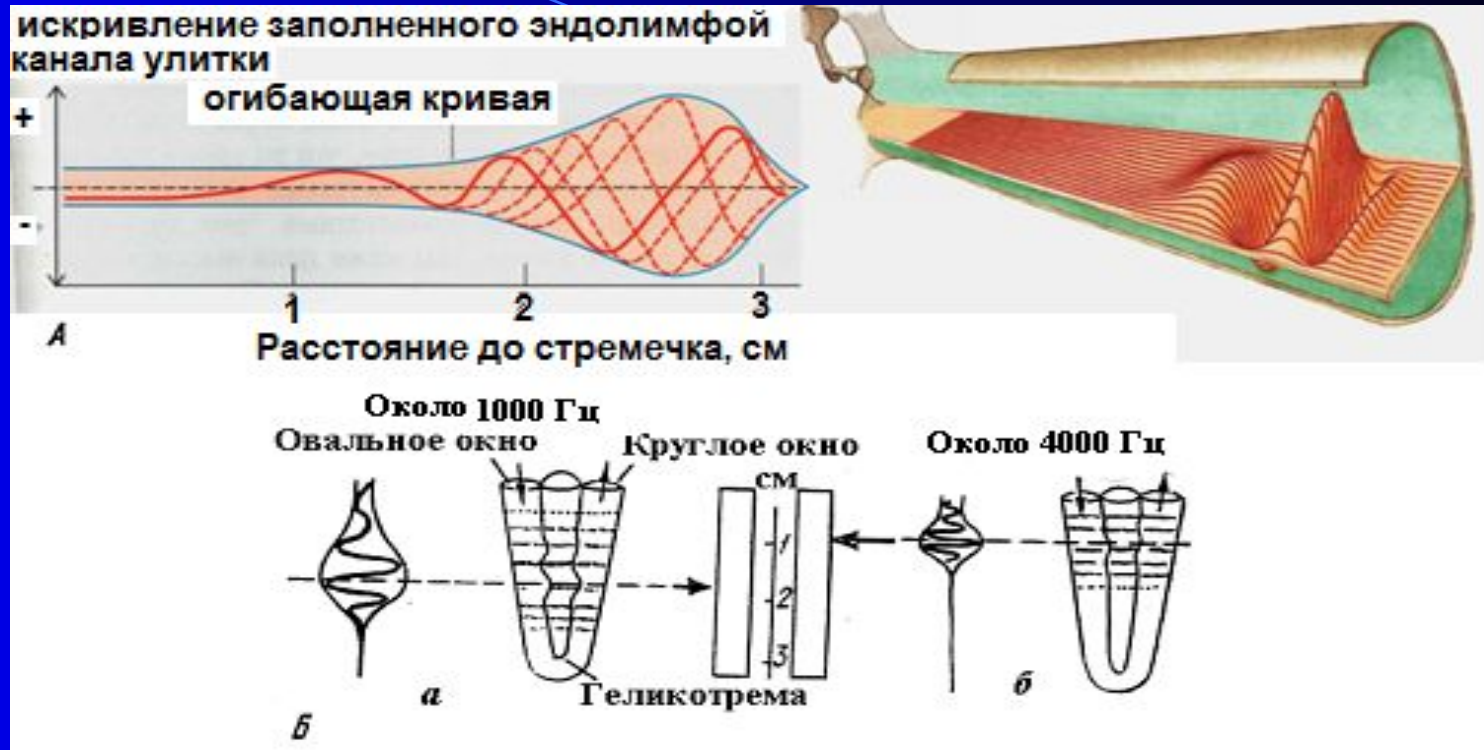
Хвиля, яка виникла в ендолімфі приводить в рух базиллярну і покривну мембрани кортіївого органу, що забезпечує деполяризацію пресинаптичного закінчення волоскової клітини, надходження нейромедіатора (глутамату) в синаптичну щілину, генерацію рецепторного потенціалу (РП). В результаті сумації з'являється ПД.

Амплітудний максимум

Основний механізм розрізнення висоти тонів обумовлений тим, що хвиля коливань молекул повітря, передаючись на ендолімфу і основну мембрану, між місцем виникнення і загасання має ділянку, де амплітуда коливань максимальна.

Місцезнаходження цього амплітудного максимуму залежить від частоти коливання: *при більш високих частотах він ближче до овальної мембрани, а при низьких частотах - до верхівки (гелікотреми).*

Частотний (амплітудний) максимум



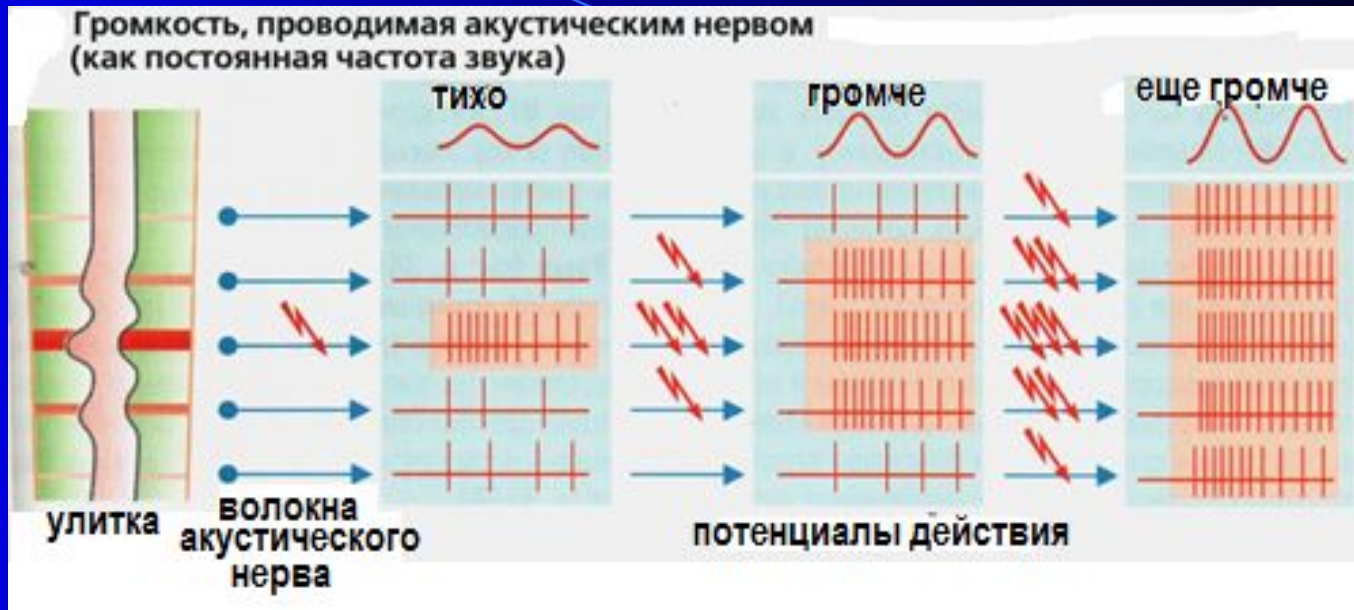
Схеми механізмів передачі звукової хвилі по структурам кортіївого органу:

А - поширення звукової хвилі по завитці,

Б - частотний максимум в залежності від довжини хвилі:

а - 1000 Гц (23 мм), б - 4000 гЦ (10 мм).

Визначення гучності



Діапазон амплітуди коливань ендолімфи пов'язаний з амплітудою коливання мембран. В результаті з ростом амплітуди збільшується кількість збуджених рецепторних клітин і до клітин, що знаходяться на амплітудному максимумі, приєднуються сусідні клітини.

Сильний звук і реакція м'язів середнього вуха

Сильний звук може викликати пошкодження барабанної перетинки. Тому для запобігання зазначених наслідків рефлекторно зменшується натяг барабанної перетинки. Рефлекторна реакція м'язів барабанної перетинки спостерігається вже через 10 мс після початку дії сильного звуку і проявляється при звуці вище 40 децибел. Цей рефлекс замикається на рівні стовбурових відділів мозку.

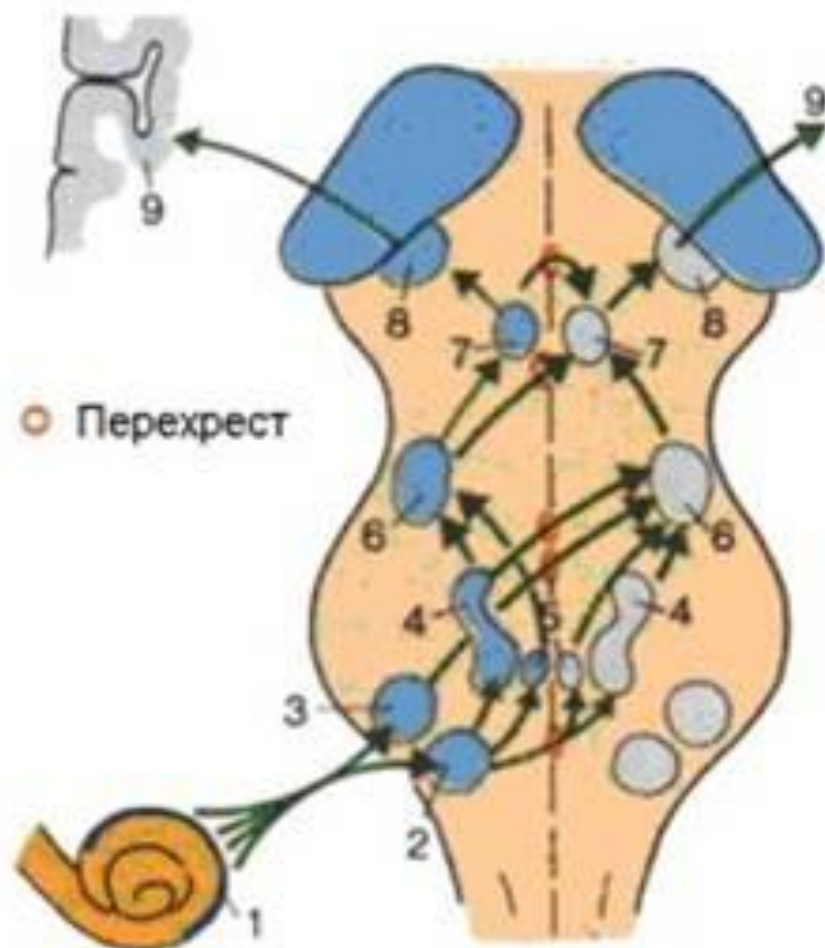
Предвокалізаційний рефлекс

Вберегти вухо людини від пошкоджуючої дії гучних звуків може допомогти предвокалізаційний рефлекс.

Коли людина говорить рефлекторно зменшується натяг барабанної перетинки.

Фізіологічне призначення предвокалізаційного рефлексу полягає в забезпеченні можливості чути голос іншої людини під час звучання свого. Якби цього рефлексу не було, то людина б «гдохла» від гучного свого голосу.

Центральний відділ слухової сенсорної системи



Від кортіва органа відходить кохлеарний нерв (1) досягає вентрального (2) і дорсального (3) кохлеарних ядер. Волокна від вентрального ядра прямують як до іпсі-, так і до контралатеральних оливарних комплексів (4).

Дорсальний кохлеарний тракт переходить на протилежний бік і закінчується в ядрі латеральної петлі (6). Інші шляхи йдуть до додаткового ядра (5). Далі волокна йдуть до нижніх горбиків чотиригорбкового тіла (7) і медіального колінчастого тіла (8).

Потім вони заходять у метаталамус, і тільки після цього звукові шляхи потрапляють до первинної звукової зони кори (9). Поруч із нею містяться нейрони, які належать до вторинної звукової зони кори великого мозку.

Аналіз звукових коливань в ЦНС

Закодована інформація міститься в звуковому стимулі у вигляді нейронного збудження, пройшовши всі ядра перемикання, надходить в скроневу слухову ділянку кори головного мозку. На кожному етапі відбувається її відповідний аналіз, нерідко з підключенням сенсорних сигналів інших - «неслухових» відділів ЦНС. В результаті можуть виникати рефлексорні відповіді, характерні для відповідного відділу ЦНС.

Обробка звукової інформації в ЦНС

Дорсальний кохлеарний тракт переходить на протилежну сторону і закінчується в ядрі латеральної петлі. Волокна, які виходять з оливи і містять шляхи вже від обох завиток, також віддають колатералі в ядра латеральної петлі. Далі волокна прямують до нижніх бугорків четверохолм'я і медіальних колінчастих тіл, які є головними релейними відділами слухової системи таламуса. Потім вони заходять в таламус, і тільки після цього звукові шляхи надходять до первинної звукової кори великих півкуль, розташованої в скроневій частці. Поряд з нею знаходяться нейрони, що відносяться до вторинної слухової зони кори.

Центри кори

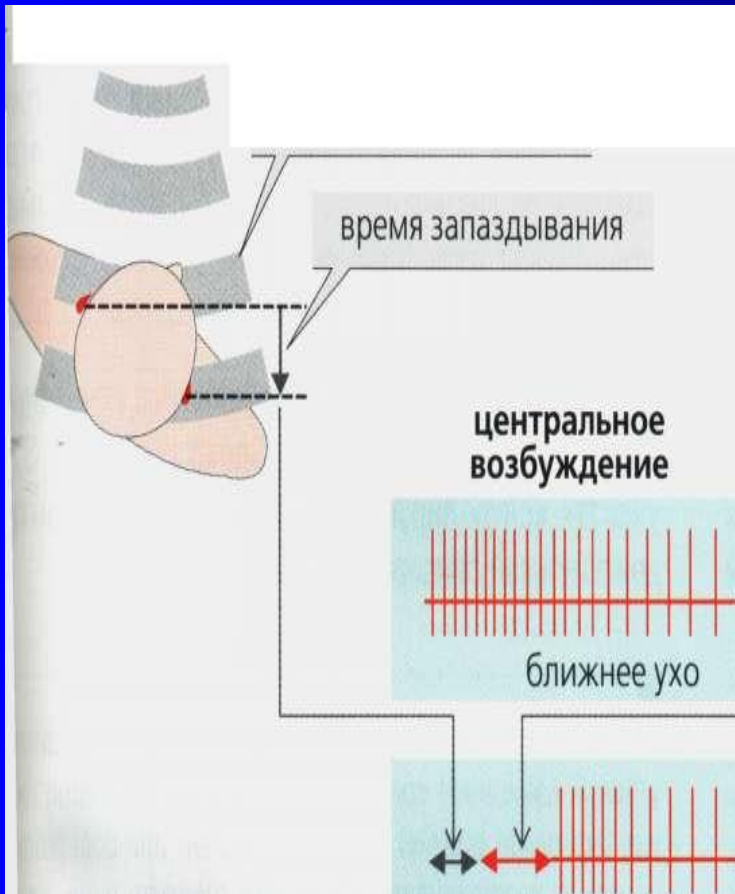
- При одночасному збудженні нейронів підкіркових центрів і скроневих відділів кори формуються процеси, що забезпечують впізнавання звуку.
- При відповідному попередньому тренуванні в кіркових відділах відбувається усвідомлена оцінка різних властивостей звуку. Пошкодження цих відділів ЦНС ускладнює сприйняття мови, просторову локалізацію джерела звуку.

Центри кори та їх зв'язки

Від скроневої слухової ділянки кори відходять і низхідні шляхи до всіх підкіркових слухових ядер. Такі ж шляхи йдуть і від кожного вищого підкіркового відділу до нижчого.

Широкі двосторонні зв'язки слухових ділянок ЦНС служать для поліпшення обробки слухової інформації, для взаємодії з іншими сенсорними системами і для утворення різних рефлексів.

Слухова орієнтація в просторі



Слухова орієнтація в просторі
можлива лише при
бінауральному слусі.
Враховуючи те, що в
повітряному середовищі звук
поширюється зі швидкістю
330м/с, то найменше відхилення
джерела звуку від середньої лінії
обома вухами сприймаються
неодночасно.

Бінауральний слух

Людина і тварини мають просторовий слух, тобто здатні визначати положення джерела звуку в просторі. Якщо джерело звуку знаходиться осторонь від середньої лінії голови, звукова хвиля приходить на одне вухо дещо раніше і більшої сили, ніж на інше. Оцінка віддаленості звуку від організму пов'язана з ослабленням звуку і зміною його тембру.

Вестибулярний аналізатор

Вестибулярний апарат - орган рівноваги, що дозволяє визначати положення і переміщення тіла в просторі. Вестибулярний апарат розташований в порожнині внутрішнього вуха. Він складається з двох перетинчастих мішечків і трьох півколових каналів. Мішечки заповнені ендолімфою і вистелені зсередини рецепторними клітинами.

Вестибулярний орган складається з:

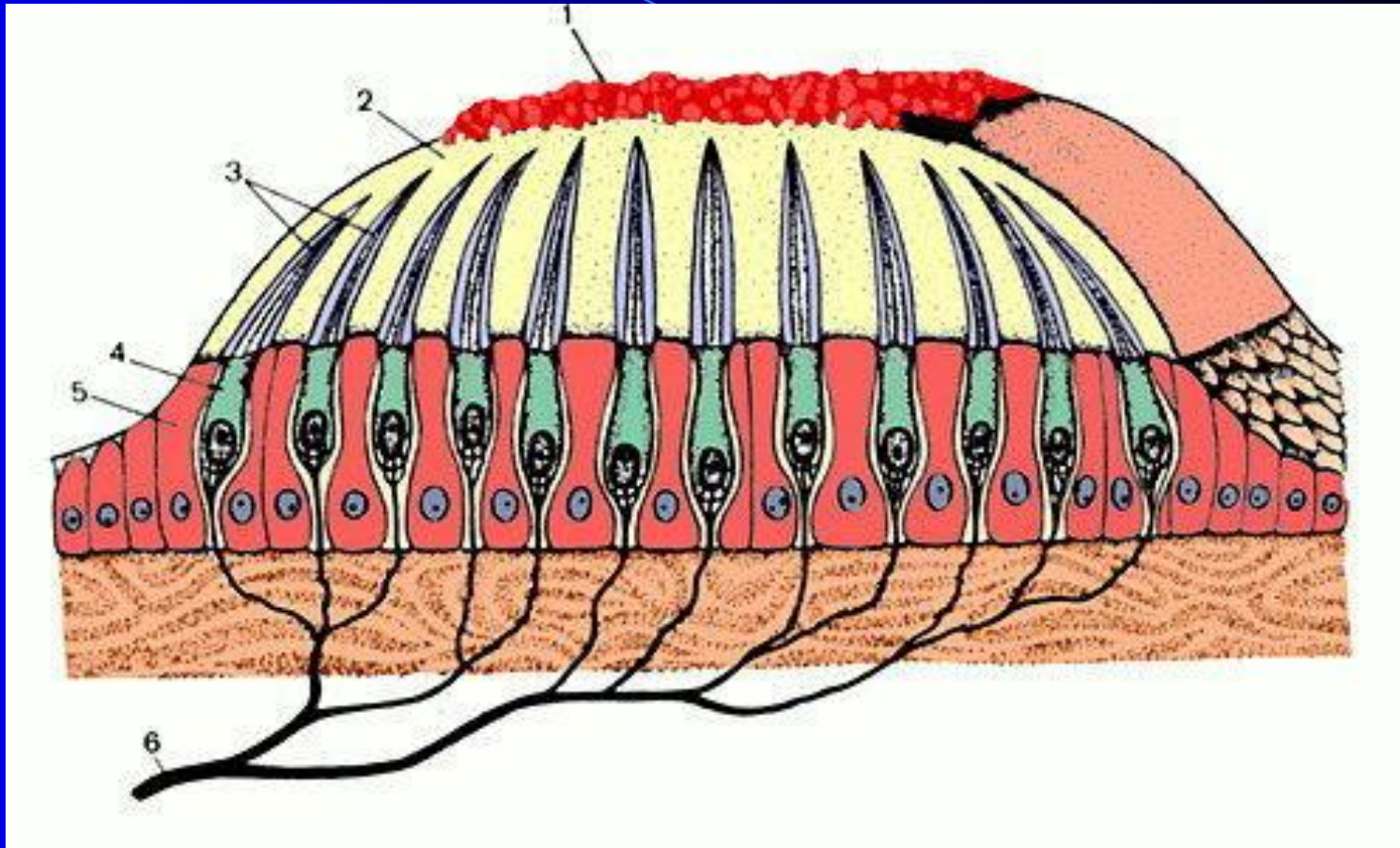
- **Статолітового апарату**
- **Півколових каналів**
- **Маточки і мішечка**
- **Завитки**
- **Завиткового нерва**
- **Вестибулярного нерва**

Вестибулярний орган



Вестибулярний орган складається із статолітового апарата, утвореного маточкою і мішечком, і трьох напівкругних каналів.

Будова отолітового апарату

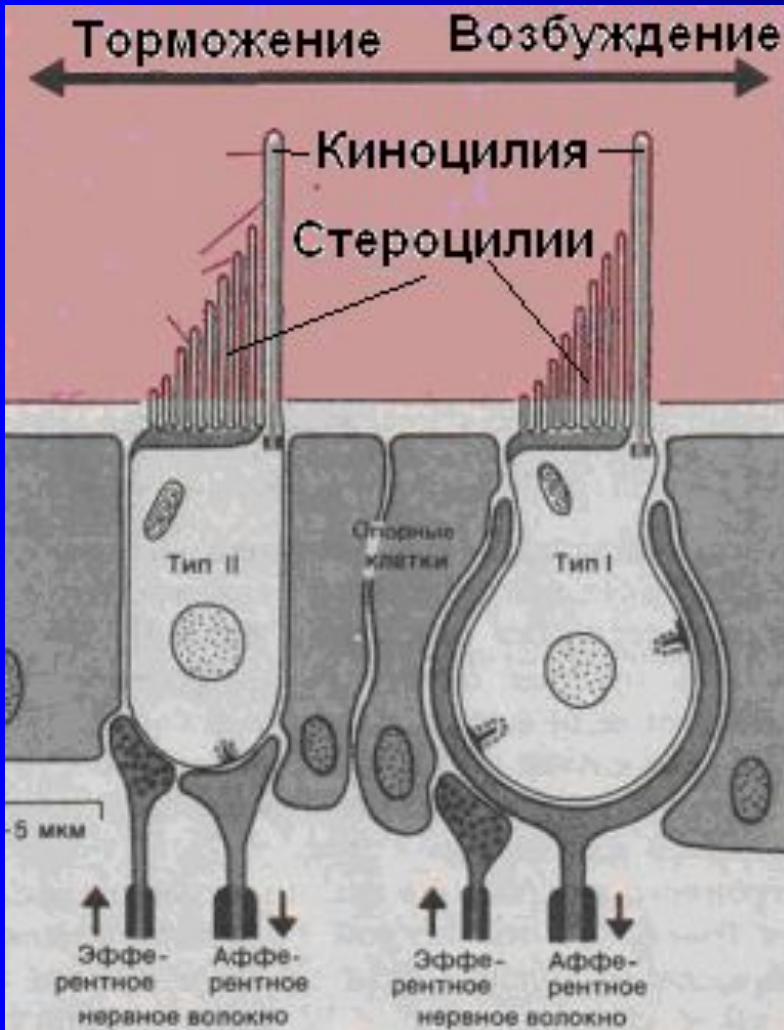


1) отоліти; 2) отолітова мембрана; 3) волоски рецепторних клітин; 4) рецепторні клітини; 5) опорні клітини; 6) нервові волокна.

Механізм збудження рецепторних клітин

Рецепторна клітина має пейсмейкерні властивості (200 імп/с).

Рух ендолімфи зрушує стереоцилії в сторону кіноцілій, викликає деполяризацію клітинної мембрани, виділення медіатора (АХ) і розвиток ПД.



Маточка і мішечок

Рецептори маточки і мішечка контролюють *прямолінійні рухи людини*.
Подразнюються вони при зміні швидкості руху (початок і кінець рухів), при так званих лінійних прискореннях.

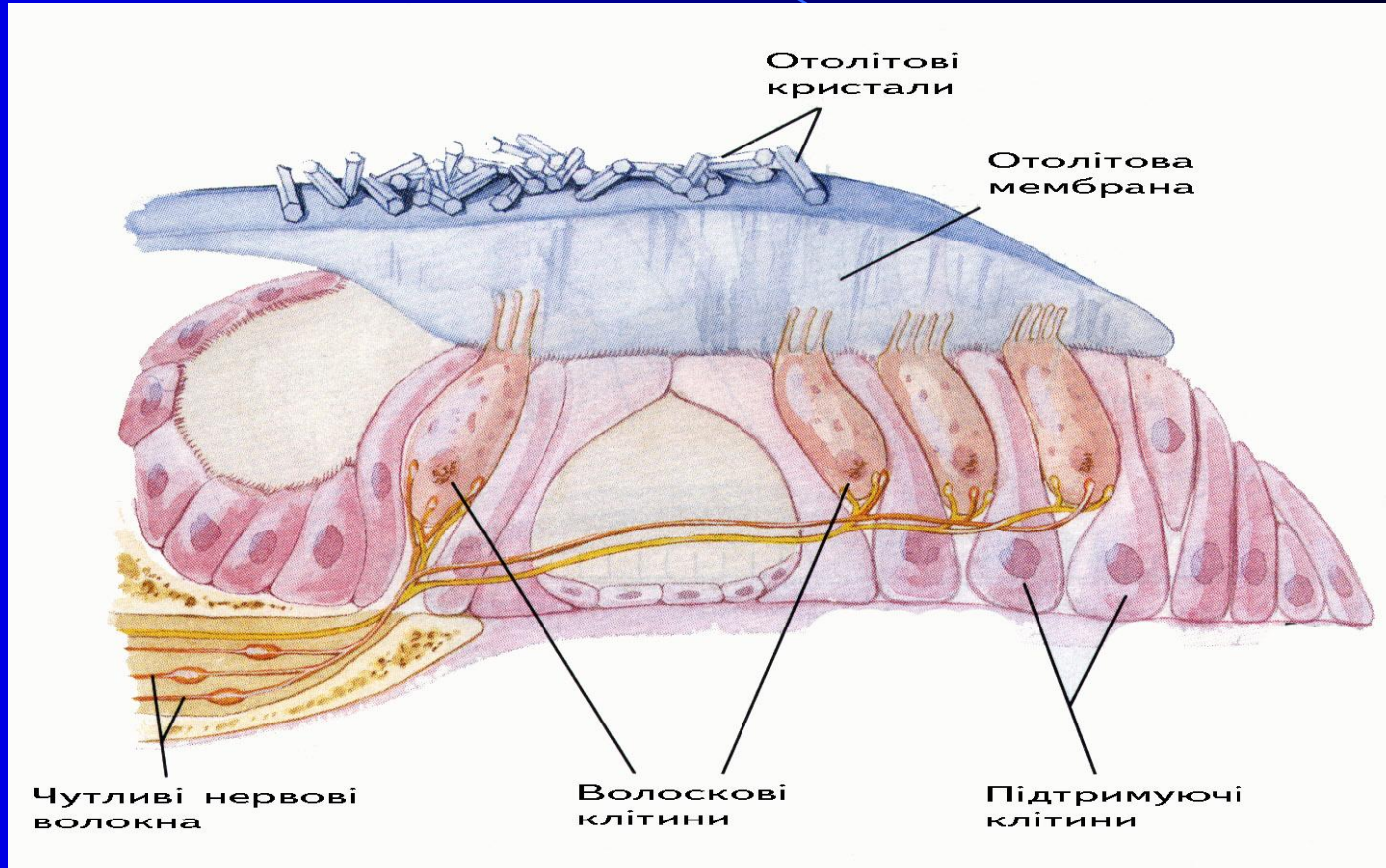
Півколові канали

Природним стимулом для рецепторів півколових каналів є *кутові прискорення*. Війки їх знаходяться в желатиноподібній речовині, так званій купулі.

Їх омиває ендолімфа, тому війчасті клітини даних відділів майже не реагують на лінійні прискорення, їх подразник - обертальні прискорення.

Півколові канали розташовані у *трьох взаємно перпендикулярних площинах*. На одному зі своїх кінців кожен півколовий канал утворює - *ампулу*. В ампулі знаходиться *рецепторний орган*. Сигнали рецепторів півколових каналів повідомляють про рухи голови в трьох взаємно перпендикулярних напрямках. Вестибулярні центри тісно пов'язані з мозочком і гіпоталамусом.

Механізм виникнення подразнення отолітових рецепторів

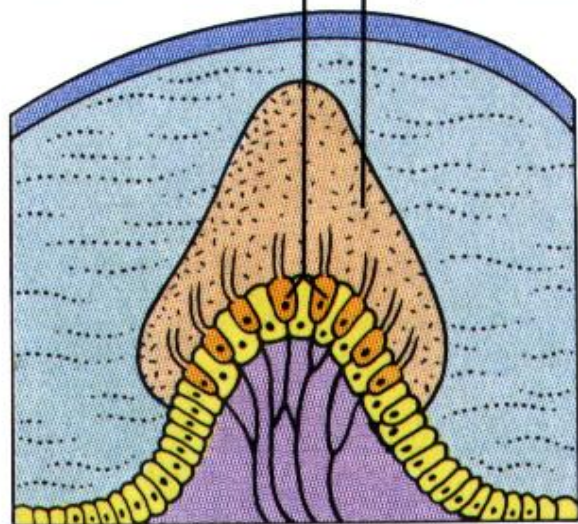


Рецептори маточки реагують на зміну швидкості горизонтального руху, а мішечка - вертикального (ліфтні рефлекс)

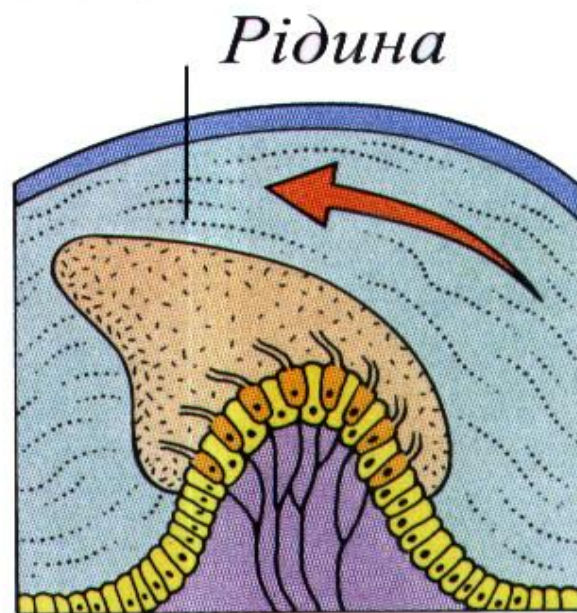
Роль ампульних гребінців

Ампульні гребінці сприймають обертальні рухи. Волоскові клітини гребінців втоплені у так званий желатинозний купол. Під час обертання рідина у каналах рухається, зміщуючи желатинозний купол і збуджуючи волоскові клітини.

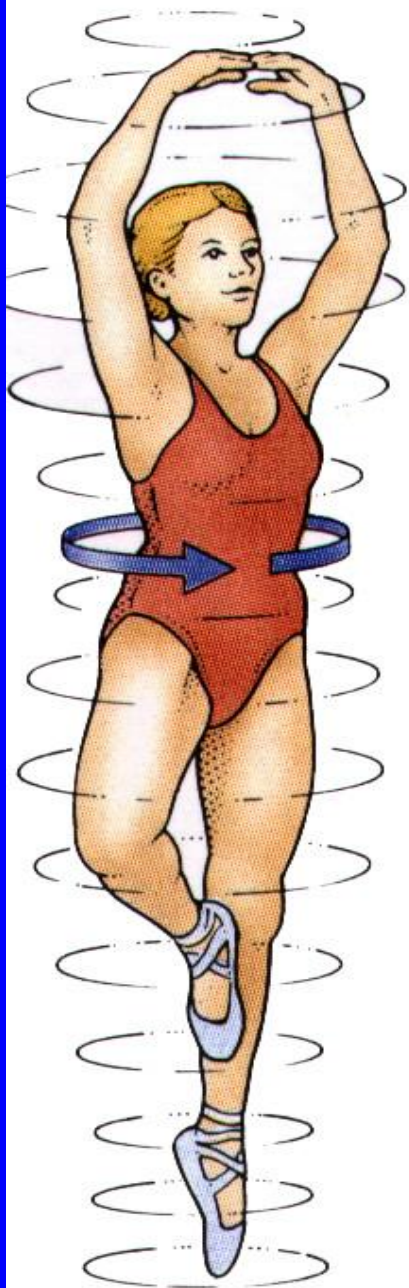
Волоскові клітини Желатинозний купол



У СПОКІЙНОМУ СТАНІ



ПІД ЧАС ОБЕРТАННЯ



" Add your company slogan "



**ДЯКУЮ
ЗА УВАГУ**

LOGO