

## Розділ 8.4. СЛУХОВИЙ АНАЛІЗАТОР

**СЛУХОВИЙ АНАЛІЗАТОР** – сукупність механічних, рецепторних та нервових структур, які сприймають і аналізують звукові коливання.

**Звук** – це коливальний рух пружних тіл, що розповсюджується в різних середовищах у вигляді хвиль. Звукові хвилі характеризуються частотою, яка вимірюється у *герцах (Гц)*, та амплітудою, від яких залежить інтенсивність звуку, що вимірюється у *децибелах (дБ)* за логарифмічною шкалою. Людина сприймає звуки з частотою від 16 Гц до 20 000 Гц



Слухова сенсорна система має головні та допоміжні структури.

**Головні структури** – забезпечують введення інформації від слухових рецепторів (механорецепторів спірального органа Корті), які розташовані на основній мембрані завитки внутрішнього вуха, на різні рівні ЦНС та її обробку, наслідком чого є формування слухових образів. Завдяки головним структурам можливе розпізнавання частоти та інтенсивності звуку, аналіз складних звуків, локалізація джерела звуку у просторі, виокремлення одного звукового сигналу на тлі другого за участю слухових центрів кори головного мозку.

**Допоміжні структури** забезпечують передачу звукового сигналу хвиль з повітряного у рідке середовище внутрішнього вуха, а звідти – на слухові рецептори.

До допоміжних структур належать: зовнішнє, середнє, внутрішнє вуха, які об'єднані під загальною назвою «вуха»

**Зовнішнє** – вушна раковина зовнішнього вуха спрямовує звукові хвилі до зовнішнього слухового ходу, який веде до барабанної перетинки та бере участь у визначенні локалізації звуку.

**Середнє** – складається з трьох порожнин, заповнених повітрям, - барабанної порожнини, слухової труби та повітроносною системи соскоподібного відростка. Барабанна порожнина розпочинається від барабанної перетинки, заповнена повітрям і має три слухові кісточки – молоточок, коваделко та стремінце. Молоточок приєднаний до барабанної перетинки, а стремінце входить в овальне вікно присінка внутрішнього вуха.

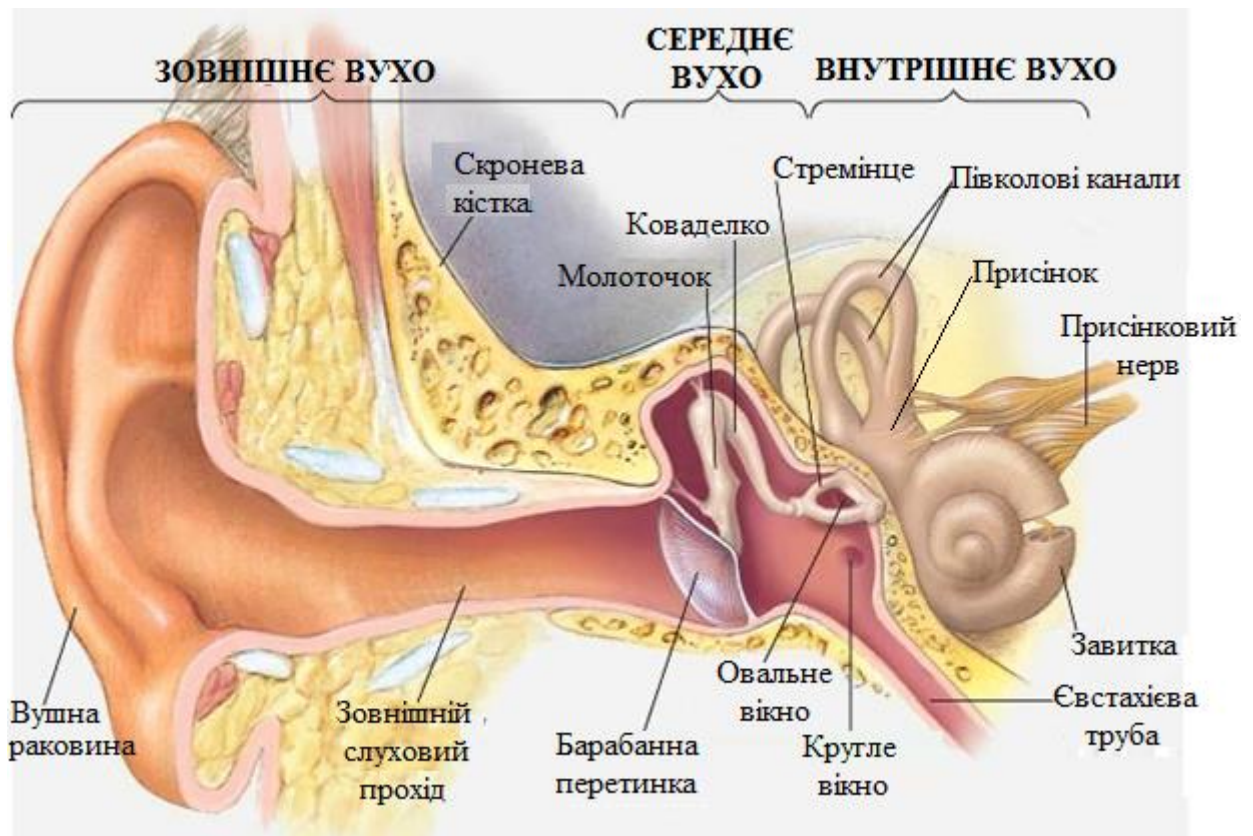


Рис. 1. Будова вуха

## ВНУТРІШНЄ ВУХО

Внутрішнє вухо розташоване у піраміді скроневої кістки і містить слухові та вестибулярні рецептори. Вестибулярні рецептори розташовані у мішечку й маточці присінка та трьох півколових каналах, слухові рецептори знаходяться у завитковій частині лабіринту, який має три канали (сходи):

- **верхні присінкові** сходи починаються основою стремінця овалного вікна та знаходяться між кістковою завиткою та присінковою мембраною, яка відділяє цей канал від середніх сходів. Верхні сходи заповнені перилімфою, що має високу концентрацію іонів натрію й низьку – калію, як позаклітинна рідина;

- **середні сходи** – завиткова протока, утворені пристінковою та базилярною (основою) мембраною, на якій розташовані слухові рецептори органа Корті. Ці сходи заповнені ендолімфою, яка має високу концентрацію іонів калію, як внутрішньоклітинна рідина;

- **нижні барабанні сходи** знаходяться між кістковою завиткою та основною мембраною, заповнені перилімфою, закінчуються мембраною круглого вікна.

На верхівці завитки вестибулярні та барабанні сходи з'єднуються між собою через отвір, який має назву **гелікопреми**.

**Спіральний орган (Корті)** розташований на базилярній мембрані завитки внутрішнього вуха. Він містить слухові рецепторні клітини – внутрішні та зовнішні волоскові клітини. У завитці людини міститься

3500 внутрішніх клітин, які є головними рецепторними клітинами, що забезпечують тонке слухове розпізнавання. Майже 90% слухових нервових волокон отримують від них звукову інформацію.

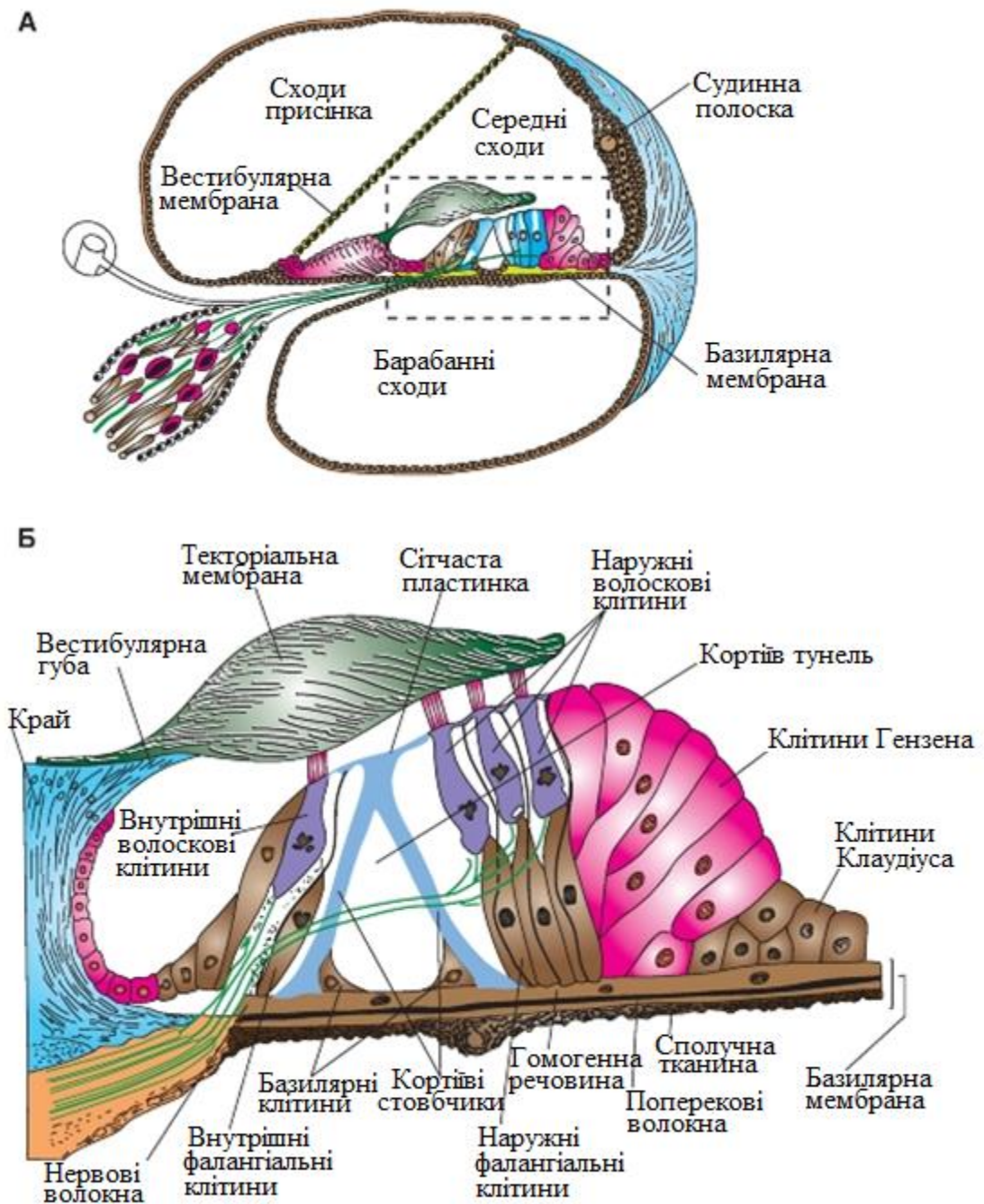


Рис. 2. А: топографія органа Корті та присінкових, середніх і барабанних сходів.  
Б: будова кортієвого органа

## МЕХАНІЗМ ПРОВЕДЕННЯ ЗВУКОВИХ КОЛИВАНЬ

У зовнішньому вусі проведення звуку до барабанної перетинки відбувається через повітряне середовище. Тут спостерігаються його резонансне посилення у діапазоні біологічно значущих частот (200-2000

Гц) та передача коливань барабанній перетинці. Остання разом із слуховими кісточками: молоточком, коваделком та стремінцем – складають ланцюг анатомічних структур, необхідних для узгодження акустичних імпедансів повітря та перилімфи.

1. Звукова хвиля викликає коливання барабанної перетинки, яка спричиняє рух слухових кісточок, що завершується коливанням стремена в овальному вікні. Це призводить до послідовного коливання перилімфи верхніх сходів, присінкової мембрани, ендолімфи середніх сходів, базилярної мембрани та вторинної барабанної перетинки.
2. Коливання базилярної мембрани призводять до переміщення вгору волоскових клітин органа Корті, що торкаються покривної мембрани. При взаємному контакті цих структур у рецепторах (волоскових клітинах) виникає *деполяризація*. Рух мембрани в протилежному напрямку призводить до *гіперполяризації*.
3. Нервовий імпульс передається до головного мозку

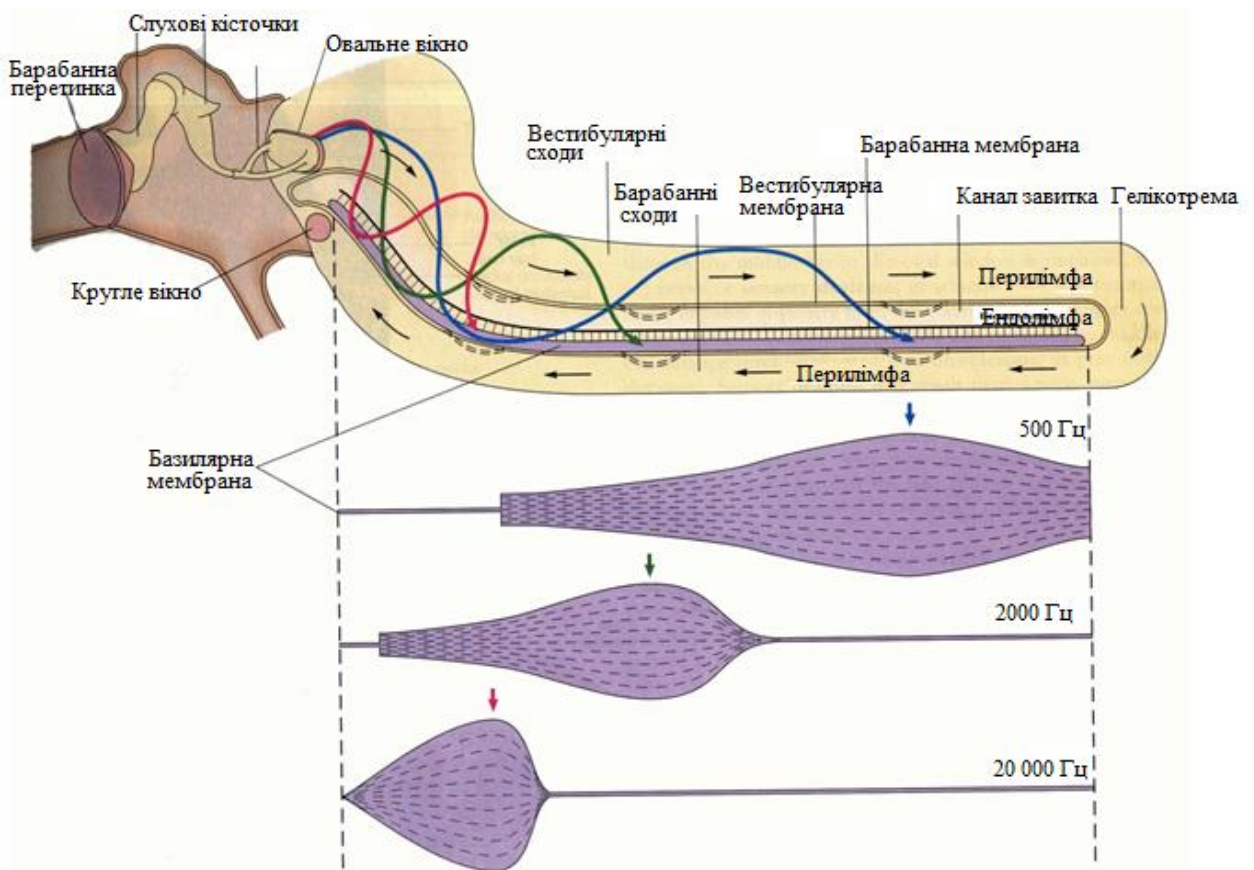


Рис. 3. Шляхи розповсюдження звукових коливань у завитку

Звуки *високої частоти* мають малу довжину хвилі і викликають коливання базилярної мембрани ближче до овального вікна, що призводить до активації слухових рецепторів, розташованих на мембрані в основі завитка.

Звуки *низької частоти* мають довшу хвилю, яка викликає коливання базилярної мембрани і активацію слухових рецепторів, розташованих на ній ближче до гелікотреми – верхівки завитка.

### ЦЕНТРАЛЬНІ СЛУХОВІ ШЛЯХИ

1. Аксони аферентних нейронів, що утворюють синапси з волосковими рецепторами, формують слухову частину присінково-завиткового слухового нерва (VIII пара черепних нервів) і закінчуються на дорсальних і вентральних завиткових ядрах та ядрах верхньої оливи довгастого мозку.
2. Висхідні слухові шляхи від ядер довгастого мозку проходять через латеральну петлю до нижніх горбиків, а звідти – до медіальних колінчастих ядер таламуса. Частина волокон іде по своїй стороні, інша – перехрещується. Між нижніми горбиками та медіальними колінчастими тілами з правої і лівої сторони є двосторонні зв'язки.
3. Від медіальних колінчастих тіл інформація надходить до слухових центрів кори. Проекційні області слухової кори розташовуються не тільки у верхній частині верхньої скроневої звивини, але і тягнуться на зовнішню сторону скроневої частки, захоплюючи частину острівцевої кори і тім'яної покривки.

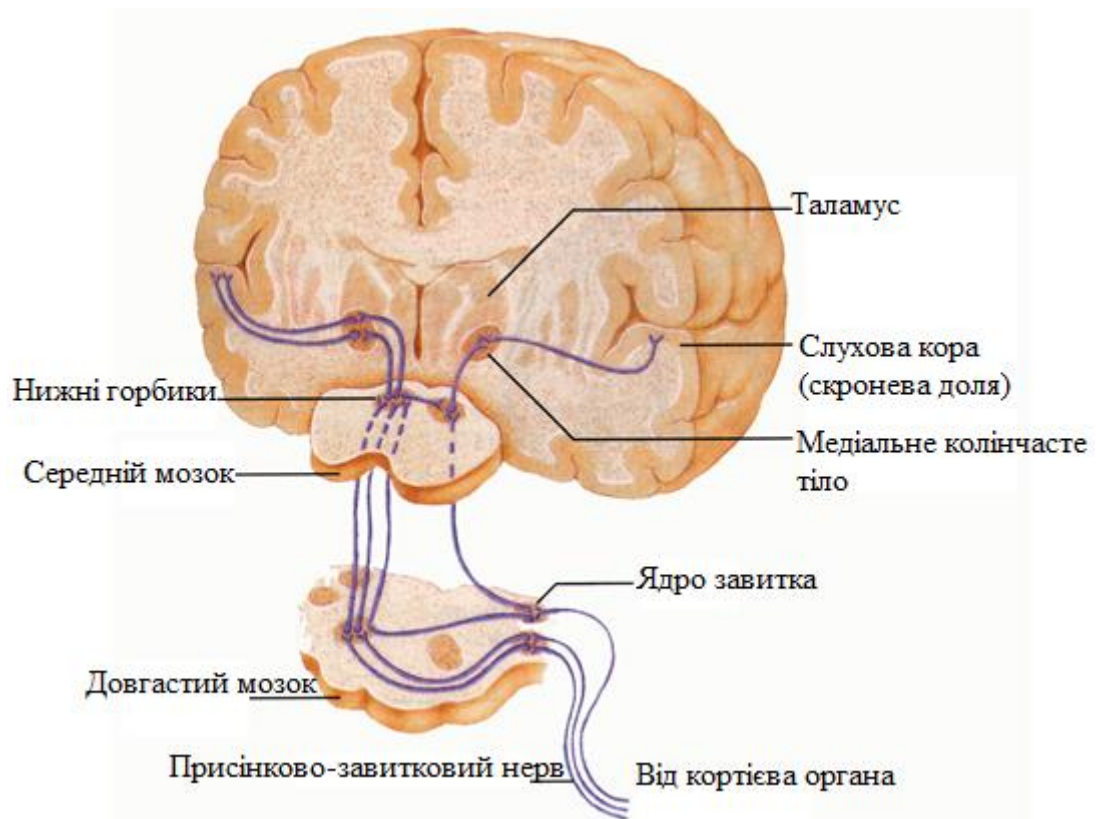


Рис. 4. Слухові нервові шляхи