

**ТЕМА: Система органів дихання**

1. Будова органів дихання
2. Топографія органів дихання
3. Фізіологія дихання.

## Література

**1. Будова органів дихання**

Будова органів дихання залежить від середовища мешкання тварини. Багато мешканців водойм дихають киснем, розчиненим у воді. Для цього вони мають зябра. Деякі дрібні водяні тварини здатні здійснювати газообмін через тонкі покриви тіла. У мешканців суходолу органи дихання - легені (у хребетних тварин) і трахеї (у комах) - дають змогу ефективно використовувати кисень атмосферного повітря.

Атмосферним повітрям дихають і ті водяні тварини, предки яких колись мешкали на суходолі (кити, дельфіни). Вони успадкували від них органи, завдяки яким можуть дихати лише атмосферним повітрям. Тому вимушені періодично підпливати до поверхні води, захоплюючи повітря.

Органи дихання хребетних бувають двох типів — зябра і легені, і у значної частини хребетних істотно значення в диханні має шкіра.

Органами водного дихання є зябра, що мають різноманітну будову і забезпечують зяброве дихання, а органами повітряного дихання — трахеї і легені (трахейне, легеневе дихання). У всіх риб зябровий подих, а у деяких риб, крім зябрового, є ще шкірне і кишкове дихання. Кишкове дихання забезпечується через плавальний міхур, клітини якого активно поглинають кисень (секреція газу). Наприклад, в плавальному міхурі щуки 35 % кисню, а у морського окуня — до 88 %.

Дихальна система земноводних (1 – легкі, 2 – пищевод, 3 – глотка, 4 – наружні ноздрі, 5 – нижня челюсть, 6 – язик, 7 – голосова щилина, 8 – голосові зв'язки, 9 – бронхи, 10 – желудок).

У водних хребетних бувають як зовнішні, так і внутрішні зябра. У безхребетних органами повітряного дихання нерідко є перетворені зябра.

**У більшості комах існує трахейна система, що складається з складної мережі тонких гілок трахеї, через які тканини забезпечуються киснем. У рептилій і амфібій газообмін здійснюється на 2/3 через шкіру і на 1/3 — через легені (легеневе дихання).**

Дихальна система комах (1 – брюшні дихальця, 2 – трахеола, 3 – головна продольна трахея, 4 – трахея, 5 – грудні дихальця).

**Органи дихання наземних хребетних — легені — схематично є парою мішків, що відкриваються в глотку через горлову щилину. Ембріональні легені виникають у вигляді випинання черевної стінки глотки в задній частині зябрового апарату, тобто мають ентодермальне походження.**

**Шкіра бере участь в диханні у випадках, коли в ній відсутні щільні рогові або кісткові луски, наприклад у земноводних, голошкірих риб. Шкірне дихання грає велику роль і в нижчих хребетних (риб, амфібій, плазунів), у яких є й інші спеціальні, в залежності від середовища проживання, органи дихання.**

**Функціонально дихальна система бере участь в збагаченні крові киснем і у видаленні вуглекислого газу. Через дихальну систему у нижчих водних тварин відбувається скидання аміаку. У теплокровних тварин вона бере участь в процесах**

терморегуляції. Принцип роботи дихальної системи — обмін CO<sub>2</sub> і O<sub>2</sub> між потоками газу і крові, направленими протитечією назустріч один одному.

**У птахів органи дихання** мають особливу будову. У них, як і у рептилій, немає діафрагми. Трахея ділиться на 2 бронхів, що проходять крізь легені в повітряні мішки. Легені невеликі і зрощені з ребрами. Повітря з легенів надходить через розгалуження бронхів, бронхіол і повітряні капіляри в повітряні мішки. Невеликі повітряні мішки розташовані в грудній, а великі — в черевній порожнині. У всіх повітряних мішків є відростки, деякі з них проникають в трубчасті довгі кістки кінцівок. При вдиху відбувається значне збільшення обсягу грудної клітини в вертикальному напрямку за рахунок збільшення кута між частинами ребер. Газообмін здійснюється в легенях і в повітряних капілярах (рясно забезпечених кровоносними капілярами), через які повітря проходить під час вдиху і видиху двічі (в повітряні мішки і назад). Повітряні мішки сприяють підтримці тіла птаха в польоті, а також охолодженню тіла і збереженню життя при тривалій відсутності дихання. У водоплавних птахів вони зменшують щільність тіла, внаслідок чого птахи мало занурюються у воду[2].

## 2. Топографія органів дихання

### Верхні дихальні шляхи

Носова порожнина ділиться хрящовою перегородкою на дві половини — праву і ліву. На перегородці розташовуються три носові раковини, які утворюють носові ходи: верхній, середній і нижній. Стінки порожнини носа вкриті слизовою оболонкою з війчастим епітелієм. Війки епітелію, рухаючись різко і швидко в напрямку до ніздрів і повільно й плавно в напрямку легень, затримують і виводять назовні пил та мікроорганізми, які осідають на слизовій оболонці. Залози слизової оболонки виділяють слиз, який зволожує стінки порожнини і знижує життєздатність бактерій які потрапляють з повітря.

Слизова оболонка має густу сітку кровоносних судин і капілярів. Кров, що тече по цих судинах бере участь у терморегуляції тіла людини, зігріває або охолоджує повітря, яке вона вдихає. Таким чином, повітря, що надходить в легені через носову порожнину, очищується, зігрівається і знезаражується, чого не відбувається при диханні через ротову порожнину. У слизовій оболонці верхньої носової раковини і верхнього відділу перегородки носа знаходяться спеціальні нюхові клітини (рецептори), які утворюють периферичну частину нюхового аналізатора (органа нюху). Поруч з нюховою порожниною розташовані чотири повітроносні додаткові пазухи носа. Найбільші з них є гайморові (містяться у верхніх щелепах) та лобна (в центрі лоба). Пазухи з'єднуються каналами з порожниною носа.

З порожнини носа повітря надходить у носоглотку. У ній містяться скупчення лімфатичних мигдаликів, які у разі запалення можуть збільшуватись і перетворюватися на нааденоїди, що утруднюють носове дихання. З носоглотки повітря потрапляє в глотку, в якій перехрещуються дихальні й травні шляхи. Від глотки починаються дві трубки: дихальна — гортань, та травна — стравохід, розміщений позаду гортані. Вхід до гортані при ковтанні їжі закривається надгортанним хрящем. Завдяки цьому повітря потрапляє лише в гортань, а їжа - у стравохід.

### Нижні дихальні шляхи

1: Трахея 2: Легенева артерія 3: Легенева вена 4: Альвеолярний хід 5: Альвеоли 6: Серцева вирізка лівої легені 7: Бронхіоли 8: Третинні бронхи 9: Вторинні бронхи 10: Головні бронхи 11: Гортань

**Легені** не мають власних м'язів і тому не можуть активно скорочуватися чи розтягуватися. Свій об'єм вони змінюють пасивно, слідом за змінами об'єму грудної

порожнини. Дихальні рухи — вдих і видих відбуваються внаслідок ритмічного скорочення та розслаблення дихальних м'язів — міжреберних, діафрагми і м'язів передньої черевної стінки. Дихальні рухи регулюються дихальним центром, що розміщений в довгастому мозку, з двома вузлами — центром вдиху та центром видиху

**Розрізняють черевний і грудний типи дихання**, залежно від того які м'язи переважають в акті видиху (діафрагма чи міжреберні). Ефективнішим вважають черевний тип, бо він забезпечує глибшу вентиляцію легень. Тип дихання залежить від статі (у чоловіків переважає черевний), професії, віку.

Звичайно ритм дихальних рухів підтримується імпульсами, які надходять в нервову систему (довгастий мозок) із рецепторів легень і дихальних м'язів. Під час вдиху збуджуються нервові імпульси, які гальмують видих. При активному видиху виникають імпульси, які гальмують вдих. Видих є рефлексом на подразнення викликане вдихом і навпаки.

На частоту і глибину дихальних рухів впливають різні подразники зовнішнього середовища, що діють на рецептори шкіри, слуху, зору, нюху, смаку. Процес збудження потрапляє в різні ділянки головного мозку, а звідти збудження досягає дихального центру. Звідти через відцентрові нерви збудження йде до дихальних м'язів. Внаслідок цього відбуваються прискорення і посилення, або сповільнення й послаблення дихальних рухів. Психічні подразники (страх, радість) також впливають на дихальний центр.

Існують і захисні рефлекси (кашель, чхання). Це своєрідно змінені різкі видихи, за допомогою яких видаляються сторонні частинки, що потрапили в дихальні шляхи.

### 3. Фізіологія дихання.

Система органів дихання здійснює обмін газів в організмі, тобто надходження кисню і виділення вуглекислого газу. Будова дихальної системи у різних тварин різна. Так, наприклад, у комах це система тонких трубочок - трахей, у риб - зябра, а у ссавців - легкі.

**Газообмін у тварин** забезпечують органи дихання, що утворюють дихальну систему. Як ви пригадуєте, процес дихання полягає в тому, що кисень надходить в організм, а вуглекислий газ з нього виводиться. В організмі кисень розщеплює органічні сполуки. Завдяки цьому звільняється енергія, потрібна для забезпечення процесів життєдіяльності організмів.

#### Газообмін в легенях та тканинах

При чергуванні вдиху і видиху, вентилюються легені, підтримуються в альвеолах відносно постійний газовий склад. Склад атмосферного повітря: 21 % O<sub>2</sub>, 79 % N<sub>2</sub>, 0,03 % CO<sub>2</sub>, невелика кількість водяної пари та інертних газів. Склад повітря, що видихається відрізняється збільшеним вмістом вуглекислого газу, збільшується вміст водяної пари. Альвеолярне повітря, що знаходиться в альвеолах відрізняється від вдихуваного і видихуваного. Це пояснюється тим, що під час вдиху в альвеоли надходить повітря повітроносних шляхів (видихуване), а при видиху, навпаки, до видихуваного (альвеолярного) домішується атмосферне з повітроносних шляхів (мертвий простір).

Тип повітря	Кисень, O <sub>2</sub> (%)	Вуглекислий газ, CO <sub>2</sub> (%)	Азот, N <sub>2</sub> (%)	Домішки
Вдихуване	21	0,03	79	водяна пара, інертні гази

Тип повітря	Кисень, O <sub>2</sub> (%)	Вуглекислий газ, CO <sub>2</sub> (%)	Азот, N <sub>2</sub> (%)	Домішки
Видихуване	16	4	79	збільшений вміст водяної пари
Альвеолярне	14	5	80	

У легенях кисень з альвеолярного повітря переходить в кров, а вуглекислий газ з крові поступає в легені шляхом дифузії через стінки альвеол і кровоносних капілярів. Напрямок і швидкість дифузії визначається парціальним тиском. Кров з венозної перетворюється на артеріальну, яка по легеневих венах надходить до лівого передсердя, потім до лівого шлуночка, а звідти — до великого кола кровообігу, яким переноситься до тканин. З капілярів кисень вже потрапляє до тканин. В артеріальній крові кисню більше, ніж у клітинах, він дифундує в тканинну рідину, яка омиває клітини в тканинах, це проміжне середовище між кров'ю і клітинами. З тканинної рідини кисень проникає в клітини і відразу вступає до реакції окислення, тому в клітинах вільного кисню практично немає. В результаті окислення в клітинах збільшується вміст вуглекислого газу, який через тканинну рідину надходить у венозний кінець капіляра. Артеріальна кров перетворюється на венозну, яка по венах великого кола кровообігу надходить до правого передсердя, потім до правого шлуночка серця, а звідти — до легень.

### **Діафрагмальне дихання**

**Частота дихання** — кількість дихальних циклів (вдих — видих) за хвилину. У стані спокою людина здійснює за хвилину 12-16 дихальних циклів, під час сну 10-12, а при фізичному навантаженні, тяжкій хворобі — 30-35. У немовлят та осіб похилого віку частота дихання у спокої 20-25.

**Глибина дихання** визначається об'ємом повітря, яке вдихається і видихається. У спокійному стані до легень надходить 500 мл повітря (дихальний об'єм ДО) і стільки ж виходить під час видиху. З 500 мл, що вдихає людина, тільки 350 мл потрапляє до альвеол. Близько 150 мл затримується у мертвому просторі: в порожнинах носа, носової і ротової частини глотки, гортані, трахеї і бронхів, де не відбувається газообмін. Після спокійного вдиху під час максимального зусилля можна ще вдихнути 1,5 л додаткового повітря (резервний об'єм вдиху РО вдиху), а при найглибшому видиху можна ще видихнути 1,5 л, додатковий видих (резервний об'єм видиху РО видиху).

Життєва ємність легень (ЖЄЛ) — це найбільша кількість повітря, яке людина може видихнути після максимально глибокого вдиху. Вираховується за формулою:

$$ДО + РО \text{ вдиху} + РО \text{ видиху} = ЖЄЛ$$

Життєва ємність легень залежить від віку, статі, росту, маси тіла, фізичного розвитку людини. Показники ЖЄЛ коливаються: від 3500-4800 мл — у чоловіків та 3000-3500 мл — у жінок. У фізично тренуваних людей, що займаються веслуванням, плаванням, гімнастикою, вона досягає 6000-7000 мл. Визначають ЖЄЛ за допомогою спірометра.

Після максимального видиху в легенях залишається 1000–1500 мл повітря, яке називають залишковим. Це пов'язано з тим, що завдяки нижчому тиску в плевральній порожнині по відношенню до атмосферного легені не змикаються і завжди мають залишки повітря.

У тренуваних людей при навантаженні, звичайно, зростає дихальний об'єм, а у нетренуваних у відповідь на навантаження зростає частота дихальних рухів.

### **Регуляція дихання. Нервова регуляція**

Дихання регулюється як нервовою так і гуморальною системами організму

людини. У довгастому мозку існує безумовно-рефлекторний центр регуляції дихання — дихальний центр. Він забезпечує координовану ритмічну діяльність дихальних м'язів (скорочення і розслаблення), що викликає по чергово вдих і видих, та пристосування дихання до змін умов зовнішнього і внутрішнього середовища організму.

Автоматизм дихального центру зумовлюється нервовими імпульсами, які поступають з нервових закінчень легень, судин, м'язів. Хоча робота дихального центру автоматична (вона не припиняється у сплячої чи непритомної людини) — проте вона залежить від волі людини. Людина може довільно загальмувати або прискорити дихання (умовно-рефлекторна регуляція дихання). Пояснюється це контролем дихального центру корою великих півкуль мозку. Крім ритмічної зміни вдиху видихом дихальний центр здійснює замикання дихальних рефлексів:

- затримка дихання під час занурення тіла у воду,
- захисні рефлекси кашлю й чхання,
- регуляція діяльності м'язів гортані, що узгоджують ковтання з диханням.

**Гуморальна регуляція дихання** відбувається через вміст вуглекислого газу в крові. Нейрони дихального центру чутливі до CO<sub>2</sub>, якщо в крові, що омиває дихальний центр, є надлишок CO<sub>2</sub>, тоді збудливість дихального центру зростає і дихання стає частим і глибоким. Якщо CO<sub>2</sub> в крові мало, то це викликає гальмування дихання.

При фізичних навантаженнях м'язи виконують посилену роботу і кількість CO<sub>2</sub> в крові зростає, що стає однією з причин поглиблення і посилення дихальних рухів.

#### **Причини порушення регуляції дихання**

- Причинами порушення регуляції дихання найчастіше стають:
- Фізичне навантаження,
- нестача кисню у повітрі,
- Хвороби серця, легенів,
- підвищена температура довкілля,
- порушення функцій центру дихання (травма голови, дія отрут).
- втрата нервового зв'язку між дихальним центром і дихальними м'язами (пошкодження шийного відділу хребта і спинного мозку).