

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
Українська медична стоматологічна академія
Кафедра фізіології

Ukraine NOW ^{ua}



*В.М.Соколенко, Л.Е.Весніна,
М.Ю.Жукова, І.В.Міщенко, О.В.Ткаченко*

Фізіологія системи дихання

Модуль 2.
Фізіологія вісцеральних систем



Навчально-методичний посібник для студентів
медичних вузів України

Полтава – 2019

УДК 612.2(075.8)

Рекомендовано Вченою радою Української медичної стоматологічної академії як навчально-методичний посібник для студентів закладів вищої освіти МОЗ України (протокол №10 засідання Вченої ради Української медичної стоматологічної академії від 19 червня 2019 року.

Навчально-методичний посібник є загальним керівництвом для вивчення фізіології дихання людини. Він підготовлений відповідно до програми з фізіології для медичних вузів України для спеціальностей «Медицина» і «Стоматологія», а також з урахуванням вимог Болонської конвенції щодо реформування системи освіти.

У посібнику міститься матеріал, який підлягає позааудиторному вивченню, а також тести та завдання для самоконтролю знань студентів. В тести включені питання для підготовки до «Крок-1», приклади англомовних тестів, тести типу IFOM.

Навчально-методичний посібник є одночасно підручником і практикумом для студентів всіх медичних факультетів при підготовці до аудиторних, індивідуальних і позааудиторних занять.

Посібник підготували: доцент кафедри фізіології Української медичної стоматологічної академії м.Полтави Соколенко В.М., професор кафедри Весніна Л.Е., доцент кафедри Жукова М.Ю., завідувач кафедрою, професор Міщенко І.В., викладач кафедри Ткаченко О.В.

Рецензенти:

1. Завідувач кафедри фізіології з основами біоетики та біобезпеки Тернопільського державного медичного університету ім. І.Я.Горбачевського доктор медичних наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України **С.Н.Вадзюк.**

2. Завідувач кафедри фізіології ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України», доктор медичних наук, професор **О.Г.Родинський.**

3. Завідувач кафедри пропедевтики внутрішньої медицини з доглядом за хворими, загальної практики (сімейної медицини) Української медичної стоматологічної академії, доктор медичних наук, професор **Ю.М.Казаков.**

Вступ

Будь якій клітині для життєдіяльності необхідна енергія. Тваринні клітини, як правило, отримують енергію в результаті окисного розпаду поживних речовин, тому до них повинен постійно надходити кисень. У той же час нормальне функціонування клітин можливе лише за умов видалення кінцевого продукту метаболізму - вуглекислого газу.

Дихання - одна з основних життєвих функцій, сукупність процесів, що забезпечують надходження в організм кисню (O_2), використання його в окисно-відновних процесах, а також видалення з організму вуглекислого газу (CO_2) і деяких інших сполук, які є кінцевими продуктами обміну речовин.

В організмі людини дихальна система виконує **специфічну (дихальну) і неспецифічну (недихальну) функції**.

Дихальна функція системи підтримує **газовий гомеостаз** внутрішнього середовища організму відповідно до рівня метаболізму його тканин.

Разом з повітрям в легені потрапляють мікрочастинки пилу, які затримуються слизовою оболонкою дихальних шляхів і потім видаляються з легень за допомогою захисних рефлексів (кашель, чхання) і механізмів мукоциліарного очищення (**захисна функція**).

Недихальні функції системи обумовлені такими процесами, як синтез (сурфактанту, гепарину, лейкотрієнів, простагландинів), активація (ангіотензину II) і інактивація (серотоніну, простагландинів, норадреналіну) біологічно активних речовин, за участю альвеолоцитів, огрядних клітин і ендотелію капілярів легень (**метаболична функція**). Епітелій слизової оболонки дихальних шляхів містить імунокомпетентні клітини (Т-і В-лімфоцити, макрофаги) і огрядні клітини (синтез гістаміну), що забезпечують **захисну функцію** організму. З повітря, що видихається, через легені з організму виводяться пари води і молекули летких речовин, у тому числі і токсичні (**функція виділення**), а також незначна частина тепла з організму (**терморегулююча функція**). Дихальні м'язи грудної клітки беруть участь у підтримці положення тіла у просторі (**позно-тонічна функція**). Капіляри легень можуть накопичувати велику кількість крові (**депонуюча функція**), а з поверхні легень легко всмоктуються ефір, хлороформ, нікотин і багато інших речовин (**всмоктувальна функція**).

Нарешті, нервовий апарат дихальної системи, м'язи голосової щілини і верхніх дихальних шляхів, а також м'язи грудної клітки беруть участь в мовній діяльності людини (**функція мовотворення**) [8].

У людини процес дихання включає:

- Зовнішнє дихання, або вентиляція легень - обмін газів між альвеолами легень і атмосферним повітрям.
- Обмін газів у легенях між альвеолярним повітрям і кров'ю.

- Транспорт газів кров'ю, тобто процес перенесення O_2 від легень до тканин, а CO_2 від тканин до легень.
- Обмін газів між кров'ю капілярів великого кола кровообігу і клітинами тканин.
- Внутрішнє (тканинне) дихання - біологічне окислення в мітохондріях легень [1].

Чотири перші етапи вивчає фізіологія, а останній - біохімія.

У людини газообмін відбувається в основному в альвеолах легень і лише близько 2% надходить в кров через шкіру.

Кисень може проникнути крізь шкіру, але лише в невеликих кількостях, зовсім недостатніх для підтримки життя. Існує легенда про італійських дітей, яких для участі в релігійній процесії пофарбували золотою фарбою; історія далі оповідає, що всі вони померли від задухи, тому що "шкіра не могла дихати". На підставі наукових даних смерть від задухи тут зовсім виключена, тому що поглинання кисню через шкіру незначне, а виділення двоокису вуглецю складає менш 1% від його виділення через легені [9].

Зовнішнє дихання



Рис.1. Дихальна система людини

(зображення з вільного доступу інтернетресурсу <http://zdorovushko.ru/med-spravochnik/dyhatelnaya-sistema/>)

Дихальна система людини складається з тканин і органів, що забезпечують легеневу вентиляцію (повітроносні шляхи і кістково-м'язова система, що виконує вентиляцію легенів) і легеневе дихання (орган газообміну - легені) (рис.1,1а).

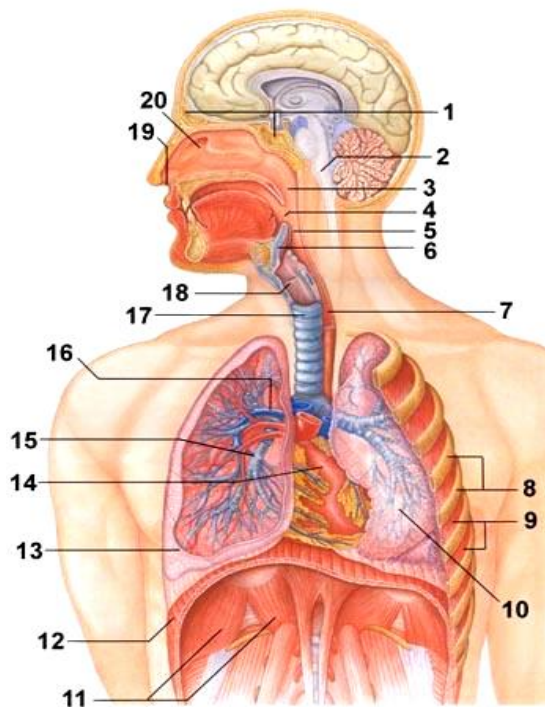


Рис. 1а. Загальна будова дихальної системи людини

(зображення з вільного доступу інтернетресурсу <https://studfiles.net/preview/5511841/>)

1 — приносні пазухи; 2 — стовбур мозку; 3 — носова частина горла; 4 — ротова частина горла; 5 — гортанна частина горла; 6 — надгортанник; 7 — стравохід; 8 — ребра; 9 — міжреберні м'язи; 10 — ліва легеня; 11 — поперекова частина діафрагми; 12 — діафрагма; 13 — листки плеври; 14 — серце; 15 — бронхи; 16 — легеневі судини; 17 — трахея; 18 — гортань; 19 — носове волосся; 20 — носова порожнина.

До повітроносних шляхів відносяться: ніс, порожнина носа, носоглотка, гортань, трахея, бронхи і бронхіоли.

Кістково-м'язова система утворена грудною кліткою; дихальними м'язами, які збільшують або зменшують розмір грудної клітки; ділянками головного мозку, які регулюють роботу дихальної системи; шляхами і нервами, які з'єднують головний мозок з м'язами.

Легені складаються з бронхіол і альвеолярних мішечків, а також з артерій, капілярів і вен легеневого кола кровообігу (Рис.2).

Загальна площа альвеол легенів досягає в середньому 100м^2 . Альвеоли, які знаходяться у кінці дрібних дихальних шляхів легенів, мають діаметр близько 0,3 мм і щільно контактують з легневими капілярами. Циркуляція крові між клітинами тканин організму людини, які споживають O_2 і продукують CO_2 , і легнями, де ці гази обмінюються з атмосферним повітрям, здійснюється системою кровообігу [8].

У спокої частота дихання (ЧД) людини 11-16 разів за 1 хв. Близько 500 мл повітря за один дихальний акт, або 6-8 л за хвилину вентилюється під час вдиху і видиху. Повітря, яке вдихають, змішується з газом, який міститься в альвеолах, і завдяки простій дифузії O_2 потрапляє у кров легневих капілярів, тоді як CO_2 надходить в альвеоли. Отже, щохвилини 250 мл O_2 поступає, а 200 мл CO_2 вивільняється з організму людини.

Сліди інших газів, наприклад метан з кишки, також є у повітрі, який видихають. Алкоголь і ацетон виділяється за умови певної концентрації в організмі. У цілому, можна визначити 250 різних летких речовин в повітрі, яке видихає людина.

Дихальні гази переносяться в організмі шляхом **конвекційного і дифузного транспорту**.

Для перенесення речовин на порівняно невеликі відстані служать процеси **конвекційного транспорту** (заснований на градієнті тиску, який створюється з витратами енергії): легенева вентиляція і транспорт газів кров'ю.

Дифузний транспорт (заснований на градієнті концентрації газів, створюється без витрат енергії і проходить в легневих альвеолах і тканинах, що омиваються кров'ю) служить для перенесення газів лише на короткі відстані (менше 0,1 мм). При цьому він грає найважливішу роль в перенесенні O_2 і CO_2 у замкнуту систему кровообігу і з неї [5,10].

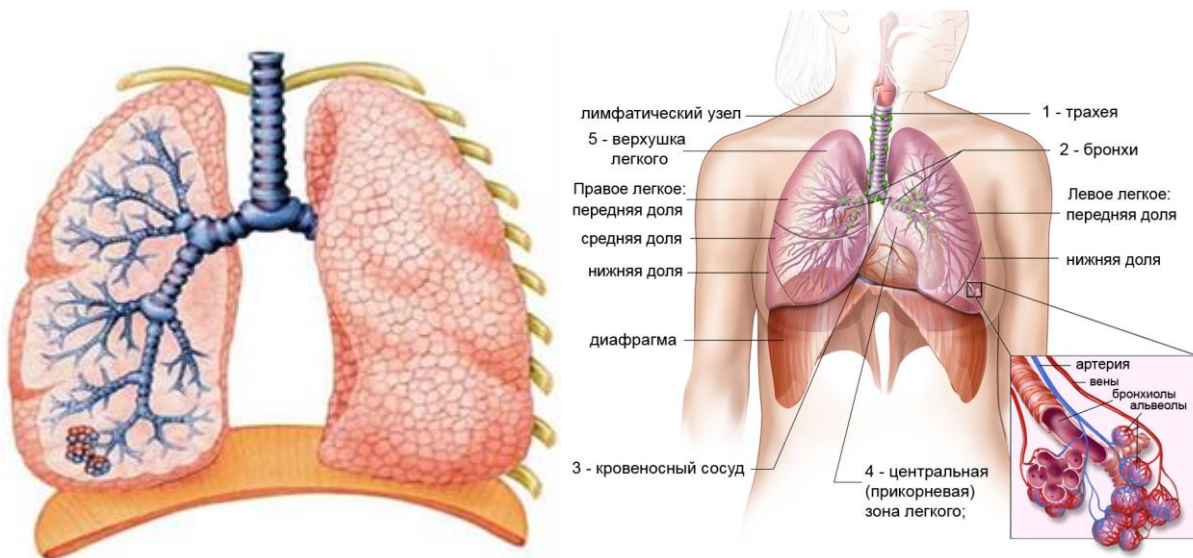


Рис. 2. Орган газообміну – легені

(зображення з вільного доступу інтернетресурсу http://house-massage.ru/stroenie_i_funkcii_organov_dyhanija.html)

Зовнішнє дихання або вентиляція легенів здійснюється циклічно за рахунок створення різниці тисків між альвеолярним і атмосферним повітрям шляхом чергування **вдиху (інспірація)** і **видиху (експірація)**. Вдих, як правило, дещо коротший видиху.

Акт вдиху є активним процесом в здійсненні якого важливе значення має зміна об'єму грудної порожнини.

Оскільки легені завжди сполучені через повітроносні шляхи з зовнішнім середовищем, то тиск повітря у них дорівнює атмосферному. Легені знаходяться завжди у розтягнутому стані, так як атмосферний тиск діє на них в одному напрямку - зсередини. Під час вдиху розтягнення збільшується, під час видиху - зменшується.

Грудна клітка являє собою пасивну кістково-хрящову основу, об'єднану зв'язками, яка в процесі вдиху розширюється завдяки двом механізмам - підняттю ребер і уплощенню діафрагми. Механізми збільшення і зменшення об'єму грудної порожнини здійснюються за рахунок роботи дихальних м'язів, які діляться на **інспіраторні** (м'язи вдиху) і **експіраторні** (м'язи видиху).

За рахунок скорочення інспіративних дихальних м'язів об'єм грудної порожнини збільшується в трьох напрямках - вертикальному, сагітальному і фронтальному.

Як це відбувається? У цьому процесі можна виділити кілька факторів. Один із них - це скорочення **діафрагми** - основного інспіраторного м'язу, який забезпечує збільшення грудної порожнини в вертикальному напрямку. Рух діафрагми призводить до зміни внутрішньогрудного обсягу в межах 75%. Охоплюючи дно грудної порожнини, діафрагма нависає над печінкою і рухається вниз при вдиху як поршень (на 1,5-7 см, а 1 см - збільшення обсягу на 200-300 мл).

Складається діафрагма з 3 частин: реберної, центрального сухожилля і ніжки діафрагми (рис. 3,4).

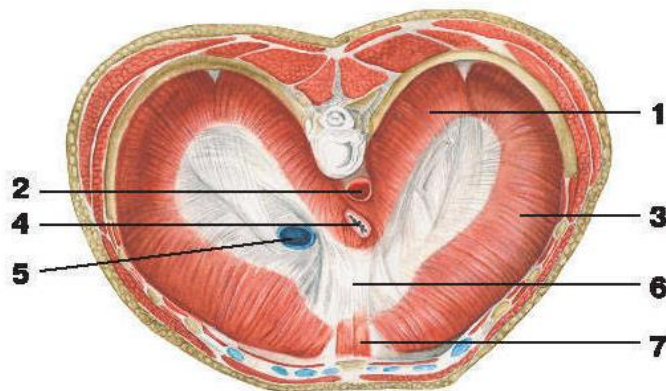


Рис.3. Діафрагма (вид зверху):

1 — поперекова частина діафрагми; 2 — аортальний отвір; 3 — реберна частина діафрагми; 4 — стравохідний отвір; 5 — отвір порожнинної вени; 6 — сухожилльний центр; 7 — грудинна частина діафрагми (зображення з вільного доступу інтернетресурсу https://anatomy_atlas.academic.ru/1661)

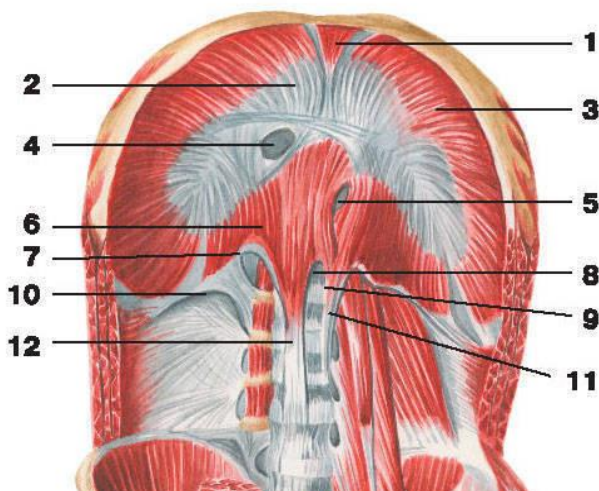


Рис. 4. Діафрагма та м'язи задньої стінки живота:

1 - грудинна частина діафрагми; 2 - сухожилльний центр; 3 - реберна частина діафрагми; 4 - отвір порожнинної вени; 5 - стравохідний отвір; 6 - поперекова частина діафрагми; 7 - медіальна дугова зв'язка; 8 - аортальний отвір; 9 - середина дугова зв'язка; 10 - латеральна дугова зв'язка; 11 - ліва ніжка діафрагми; 12 - права ніжка діафрагми (зображення з вільного доступу інтернетресурсу https://anatomy_atlas.academic.ru/1661)

Реберна частина і ніжки діафрагми іннервовані різними волокнами діафрагмального нерва і, таким чином, можуть скорочуватися незалежно. Наприклад, під час блювоти і зригування внутрішньочеревний тиск збільшується завдяки скороченню реберних волокон. У період, коли волокна ніжок розслаблені, відбувається переміщення вмісту шлунку у стравохід. Ніжка діафрагми бере участь в акті ковтання.

В результаті скорочення діафрагми відбувається зменшення (сплощення) її купола, внутрішні органи (в черевній порожнині) відтісняються вниз, і грудна клітка збільшується у вертикальному напрямку (рис.5).

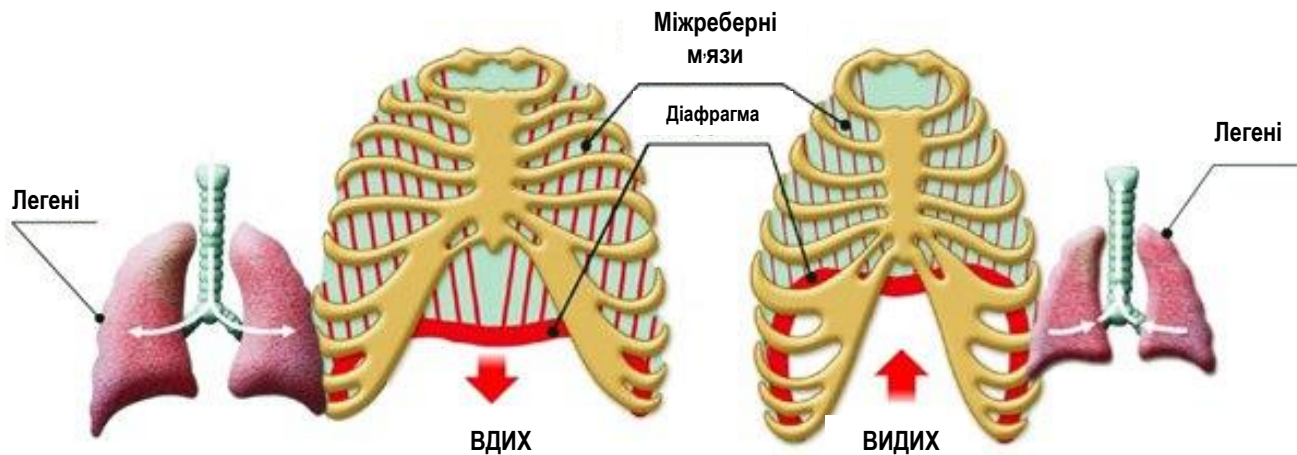
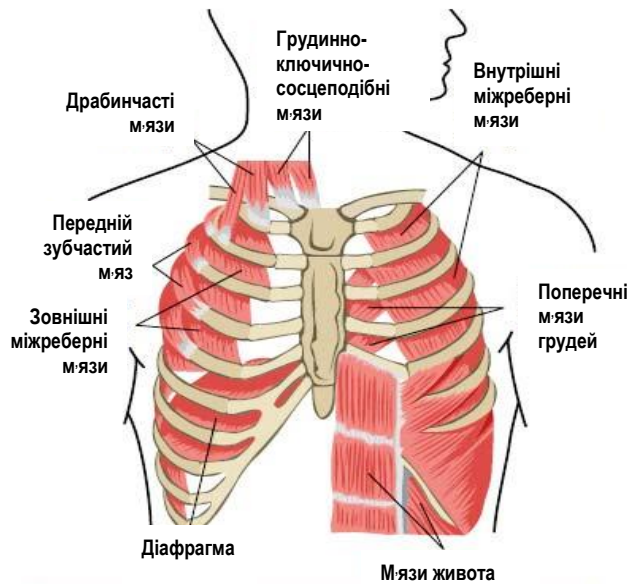


Рис. 5. Положення купола діафрагми і нижніх ребер грудної клітки при спокійному видиху і вдиху (зображення з вільного доступу інтернетресурса <http://pravdanews.info/diafragma-kak-klyuch-k-zdorovyu-8.html>)

Інший фактор - це скорочення зовнішніх косих міжреберних і міжхрящевих м'язів (як Ви пам'ятаєте з анатомії, вони мають таке розташування: ближче до хребта прикріплені до ребра, що розташоване вище, а ближче до грудини – до ребра, що розташоване нижче) (рис. 6). В результаті цього відбувається збільшення обсягу грудної клітки в сагітальному і фронтальному напрямках. Такій зміні положення грудної клітки сприяє те, що ребра висувуються вперед, вгору і в сторони.

Так, як легені через вісцеральний і парієтальний листки плеври з'єднані з грудною кліткою, то слідом за збільшенням її обсягу відбувається збільшення обсягу легень. Це призводить до зниження в них тиску. Воно стає нижче атмосферного, повітря потрапляє в легені. Сприяє акту вдиху і негативний тиск в плевральній порожнині, величина якого під час вдиху зростає. Це пояснюється тим, що при розтягуванні легень збільшується їх еластична тяга - сила, з якою легені прагнуть стиснутися. Вона обумовлена двома факторами: наявністю великої кількості еластичних волокон в стінках альвеол і поверхневий натяг



плівки рідини, що містить сурфактанти і покриває внутрішню поверхню стінки альвеол.

Таким чином, вдих здійснюється досить **активним** способом.

Рис.6. М'язова система, що забезпечує дихання

(зображення з вільного доступу інтернетресурса <http://1lustiness.ru/polza-i-vred-produktov/poleznayaeda/6990-dykhatel'naya-sistema-fiziologiya-i-funktsii-dykhaniya-cheloveka-elatrium>)

Наявність на внутрішньоальвеолярній поверхні сурфактанта впливає на величину розтяжності і еластичної тяги легень. Він являє собою структуру з фосфоліпідів і білків, утворених альвеолярними пневмо-цитами 2-го типу (рис.7).

Сурфактант грає важливу роль в підтримці структури, властивостей легень, полегшенні газообміну і виконує наступні функції [5]:

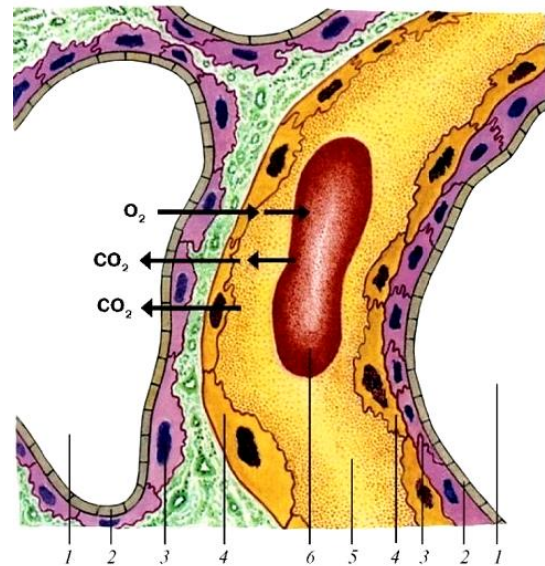
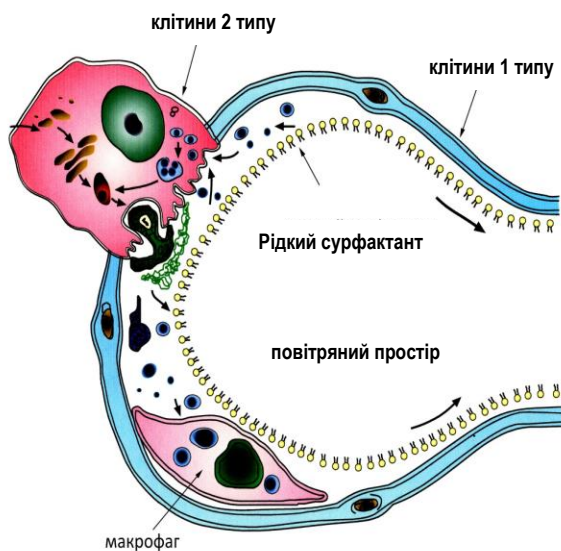


Рис. 7. Сурфактант та його локалізація в аерогематичному бар'єрі:

1 – просвіт альвеол; 2 – сурфактант; 3 - альвеолоцит; 4 – ендотеліоцит; 5 - просвіт капіляра; 6 – еритроцит.

(зображення з вільного доступу інтернет-ресурса https://www.kroha.net/lekarstvennie_preparati/preparati_dlya_detey/surfaktant/ та <https://habr.com/ru/company/tion/blog/396111/>)

- знижує поверхневий натяг в альвеолах і збільшує розтяжність легень;
- перешкоджає злипанню стінок альвеол;

- збільшує розчинність газів і полегшує їх дифузію через стінку альвеоли;
- перешкоджає розвитку набряку альвеол;
- полегшує розкриття легень при першому вдиху новонародженого;
- сприяє активації фагоцитозу альвеолярними макрофагами.

Зазвичай секреція сурфактанту в альвеолах починається на 6-7 місяці внутрішньоутробного розвитку і є показником розвитку легенів. Дефіцит сурфактанту вважається причиною ураження альвеолярного дерева і утворення у легеневій тканині осередків ателектазу. У багатьох недоношених дітей на момент народження в альвеолах ще немає сурфактанту або його дуже мало, в результаті їхні легені мають високу тенденцію до спадання (іноді в 6-8 разів більше, ніж у нормального дорослого) (рис. 8). Відбувається порушення газообміну, і, як наслідок, гіпоксія. Гіпоксія, у свою чергу, призводить до пошкодження легеневих судин, через які починається надходження багатокислої рідини в просвіт альвеол. Порушується оксигенація крові. Такий стан називають **синдромом респіраторного дистресу новонароджених**. Без застосування інтенсивної терапії (тривалого штучного дихання під позитивним тиском) такий стан призводить до смерті [8].

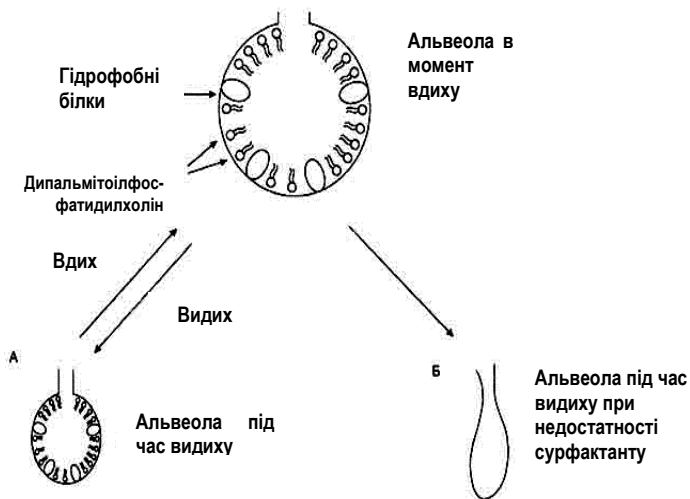


Рис.8. Значення сурфактанту для легень:

А - сурфактант зменшує поверхневий натяг рідини, що вистилає поверхню альвеол, і запобігає злипанню стінок альвеол під час видиху. Менший тиск повітря необхідно, щоб наповнити альвеоли повітрям.

Б - за відсутності сурфактанту або при його недостатньому утворенні (у недоношених дітей) стінки альвеол під час видиху спадаються і потрібно тиск повітря в 10 разів більше, щоб наповнити альвеоли

(зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу http://biochemistry.ru/biohimija_severina/B5873Part65-432.html)

Діафрагма і зовнішні міжреберні м'язи в змозі самотійно підтримувати достатню вентиляцію легенів. Перетин спинного мозку над третім шийним сегментом призводить до фатальних наслідків, тоді як перетин нижче 5 шийного сегмента – ні, тому, що діафрагмальний нерв, який відходить від шийних сегментів C₃-C₅ залишається неушкодженим. Навпаки, у хворих з білатеральним паралічем діафрагмального нерва при збереженій іннервації міжреберних м'язів, дихання утруднене, але достатнє для підтримки життя.

Драбинчасті, грудинно-ключично-соскоподібні м'язи шиї, трапецеподібні, великий і малий грудні м'язи, м'язи розгиначі хребта є допоміжними м'язами вдиху і допомагають підняти грудну клітку в разі посиленого дихання.

Таким чином, в акті вдиху беруть участь м'язи-розгиначі.

В кінці вдиху від моменту, коли сили розтягування легенів і грудної стінки втрачають врівноваженість, сила розтягування легенів направляє грудну стінку в положення **видиху (експірація)** (рис.5,6). Тиск в дихальних шляхах стає трохи позитивним і повітря виходить з легенів.

В цілому, дихальні м'язи в акті видиху участі не приймають, тому його вважають **пасивним** процесом. Але сильний вдих може знизити внутрішньоплевральний тиск до «-30» мм рт.ст. і більше, зумовлюючи значний ступінь наповнення легенів. Якщо вентиляція збільшується, то і обсяг видиху легенів теж збільшується шляхом скорочення **експіраторних** м'язів і зменшення об'єму внутрішньогрудного простору.

До експіраторних м'язів відносяться внутрішні міжреберні м'язи, які під час скорочення штовхають реберну клітку донизу. Скорочення м'язів передньої черевної стінки також допомагає видиху, тягнучи грудну клітку донизу і всередину, а в разі збільшення внутрішньочеревного тиску, ще й піднімаючи діафрагму.

Таким чином, акт видиху в звичайних умовах здійснюється пасивно за рахунок наступних чинників: сили тяжіння грудної клітки, еластичної тяги перекручених під час вдиху реберних хрящів, тиску органів черевної порожнини. Видих, також як і вдих, може бути і активним (наприклад, при гіпервентиляції), коли відбувається скорочення внутрішніх косих міжреберних м'язів.

Дихальні м'язи в процесі роботи долають певний опір. Близько двох третин його припадає на еластичний опір, обумовлений тканинами легенів і грудної стінки, а також дією сурфактанта. Крім того, частина зусиль, які розвиваються дихальними м'язами, витрачається на подолання нееластичного опору, обумовленого тертям газового потоку по повітроносним шляхам. Розглянемо більш детально ці процеси.

Еластична тяга легень - сила, з якою легені прагнуть стиснутися і з якою тканина легень протидіє тиску плевральної порожнини і забезпечує спадання альвеол.

Дві третини еластичної тяги легень обумовлені поверхневим натягом сурфактанта і рідини внутрішньої поверхні альвеол, близько 30% створюється

еластичними волокнами легень і до 3% тонусом гладко-м'язових волокон внутрішньолегеневих бронхів.

Величина еластичної тяги легень обернено пропорційна величині їх розтяжності.

При вдиху і видиху дихальна система долає **нееластичний (в'язкий) опір**, що складається з наступних компонентів:

- аеродинамічного опору повітроносних шляхів;
- в'язкого опору тканин;
- інерційного опору (малий і ним можна знехтувати).

Повітря, що вдихається і видихається, рухається по повітроносним шляхам під дією градієнта тиску між порожниною рота і альвеолами. Цей градієнт тиску служить рушійною силою для перенесення дихальних газів. Повітряний потік в дихальних шляхах має переважно ламінарний характер, але в деяких ділянках (особливо в місцях розгалуження бронхів і в ділянках їх патологічних звужень) можуть виникати завихрення. Потік повітря в цих випадках стає турбулентним. При ламінарному потоці повітря, відповідно до закону Хагена-Пуазейля, об'ємна швидкість V (витрата) пропорційна градієнту тиску ΔP і обернено пропорційна аеродинамічному опору R , залежить від поперечного перерізу і довжини трубки і від в'язкості газу. Цей опір, зазвичай, називають **опором повітроносних шляхів**. У нормі аеродинамічний опір визначається, головним чином, умовами для повітроносного потоку в трахеї і великих бронхах. Що стосується дрібних бронхів і бронхіол, то їх внесок в загальний опір незначний через дуже велику сумарну площу поперечного перерізу.

При вдиху і видиху долається не тільки опір повітроносних шляхів, а й в'язкий опір тканин грудної та черевної порожнин, обумовлений їх внутрішнім тертям і непружною деформацією. Опір тканин порівняно невеликий. У нормі загальний нееластичний опір легень на 90% створюється опором повітроносних шляхів і лише на 10% - опором тканин [4]. При спокійному диханні на роботу дихальних м'язів витрачається близько 2% поглиненого кисню. Однак, при фізичному навантаженні енергетичні потреби дихальних м'язів ростуть в більшій мірі, ніж хвилиний об'єм дихання і поглинання O_2 . У зв'язку з цим, при важкій фізичній роботі на діяльність дихальної мускулатури витрачається до 20% від загального об'єму поглинутого кисню.

Як було згадано раніше, велику роль в процесі вдиху відіграє внутрішньоплевральний тиск. Як він виникає і яке його значення? Поговоримо про це більш детально.

Грудна клітка утворює герметичну порожнину, що забезпечує ізоляцію легень від атмосфери. Легені покриває листок вісцеральної плеври, а внутрішню поверхню грудної клітки - листок парієтальної плеври (Рис. 8а).

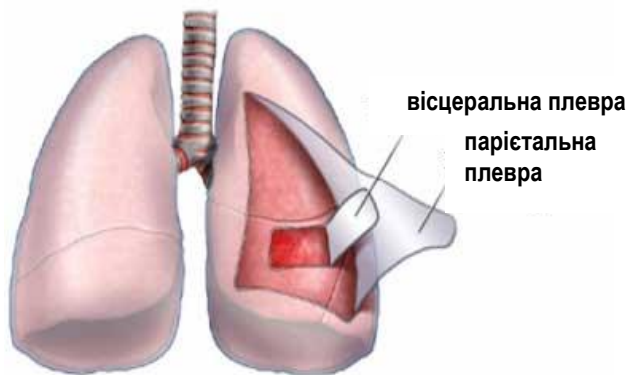


Рис.8а. Плевральна порожнина

(зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу <http://symptom.com.ua/plevralna-pnevmonia-prichini/>)

Листки переходять один в інший біля воріт легень і між ними утворюється щелеподібний простір, заповнений плевральною рідиною. Часто цей простір називають плевральною порожниною, хоча порожнина між листками утворюється лише в особливих випадках. Шар рідини в плевральній щілині не стискається і не розтягується, тому плевральні листки не можуть відійти один від одного, хоча здатні легко ковзати вздовж (подібно до двох стекол, що прикладені змоченими поверхнями, їх важко роз'єднати, але легко зміщувати уздовж площин).

При звичайному диханні тиск між плевральними листками нижче, ніж атмосферний. Його називають **негативним тиском плевральної щілини**. Поява негативного тиску в плевральній щілині (рис. 9.) пояснюється тим, що грудна клітка новонародженого зростає швидше, ніж легені. Завдяки цьому легенева тканина піддається постійному розтягуванню.

Причинами виникнення негативного тиску в плевральній щілині є наявність еластичної тяги легень і грудної клітки, здатність плевральних листків захоплювати (сорбувати) молекули газів з рідини плевральної щілини або повітря, що потрапляє до неї при пораненнях грудної клітки або при проколах з лікувальною метою. Через наявність негативного тиску в плевральній щілині до неї постійно фільтрується невелика кількість газів з альвеол. За цих умов сорбційна активність плевральних листків запобігає накопиченню в ній газів і оберігає легені від спадіння.

Важлива роль негативного тиску в плевральній щілині полягає в підтриманні розтягнутого стану легень навіть під час видиху, що необхідно для заповнення ними всього об'єму грудної порожнини, який визначається розмірами грудної клітки.

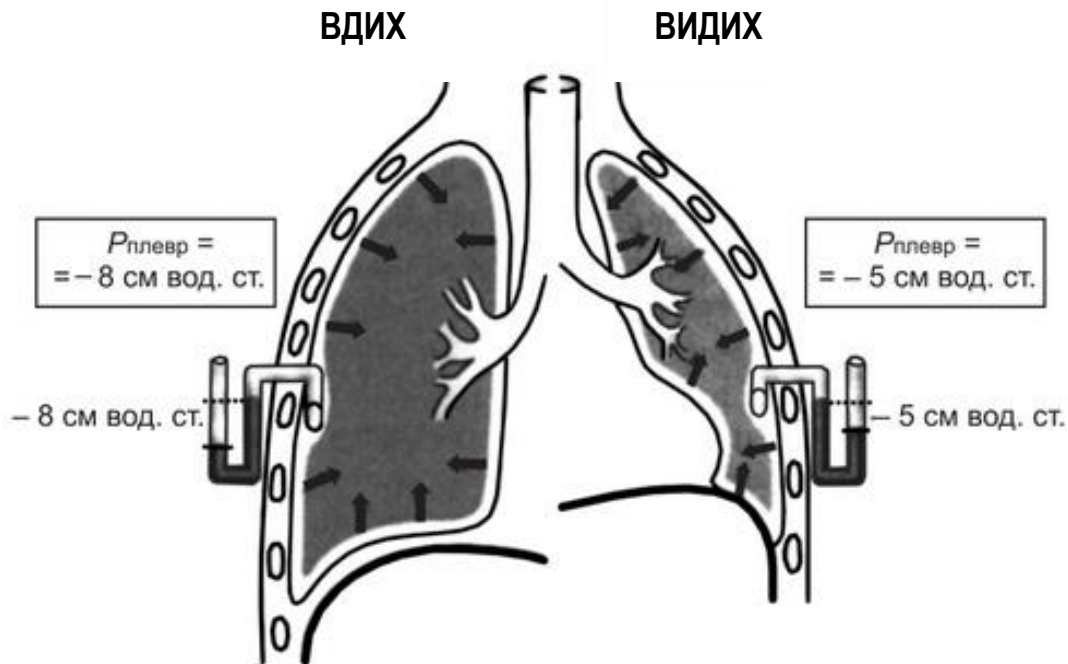


Рис. 9. Зміна розмірів грудної клітки, об'єму легень та тиску в плевральній щілині при вдиху та видиху

(зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу

<http://www.grandars.ru/college/medicina/dyhatelnye-myshcy.html>

У новонародженого співвідношення об'ємів легеневої паренхіми і грудної порожнини більше, ніж у дорослих, тому в кінці спокійного видиху негативний тиск в плевральній щілині зникає.

У дорослої людини в кінці спокійного видиху негативний тиск між листками плеври складає в середньому 3-6 см вод. ст. (тобто на 3-6 см менше, ніж атмосферний).

Якщо людина перебуває у вертикальному положенні, то негативний тиск у плевральній щілині уздовж вертикальної осі тіла істотно відрізняється (змінюється на 0,25 см вод. ст. на кожен сантиметр висоти). Він максимальний в області верхівок легень, тому при видиху вони залишаються більш розтягнутими і при наступному вдиху їх обсяг і вентиляція дещо збільшуються.

В ділянці основи легень величина негативного тиску може наближатися до нуля (або воно навіть може стати позитивним у разі втрати еластичності легень через старіння або захворювання). Своєю масою легені тиснуть на діафрагму і прилеглу до неї частину грудної клітки. Тому в області основи в кінці видиху вони найменше розтягнуті. Це створить умови для їх більшого розтягування і посиленої вентиляції при вдиху, збільшення газообміну з кров'ю.

Під впливом сили тяжіння до основи легень притікає більше крові, кровотік в цій зоні легких перевищує вентиляцію. У здорової людини лише при форсованому видиху тиск в плевральній щілині може стати більше атмосферного.

В кінці спокійного вдиху негативний тиск в плевральній щілині становить 6-9 см вод. ст., а при максимально інтенсивному вдиху може досягати більшої величини. Якщо ж вдих здійснюється з максимальним зусиллям в умовах перекриття дихальних шляхів і неможливості надходження повітря в легені з атмосфери, то негативний тиск в плевральній щілині на короткий час (1-3 с) досягає 40-80 см вод. ст.

Внутрішньоплевральний тиск у новонародженого

Ступінь розтягування легенів у новонароджених інший, ніж у дорослих. Після першого вдиху плевральний тиск на висоті інспірації становить - 10 см. вод. ст. Але в кінці видиху різниця між внутрішньоплевральним тиском і атмосферним у новонародженого дорівнює 0. Тому при розтині грудної клітки легені не спадаються. З віком ступінь розтягування легенів в кінці видиху поступово збільшується.

Таким чином, негативний тиск постійно підтримується в плевральній щілині.

Надходження повітря в плевральну порожнину називається **пневмотораксом** (рис.10, 10а). Ефективний газообмін в цих умовах стає неможливим.

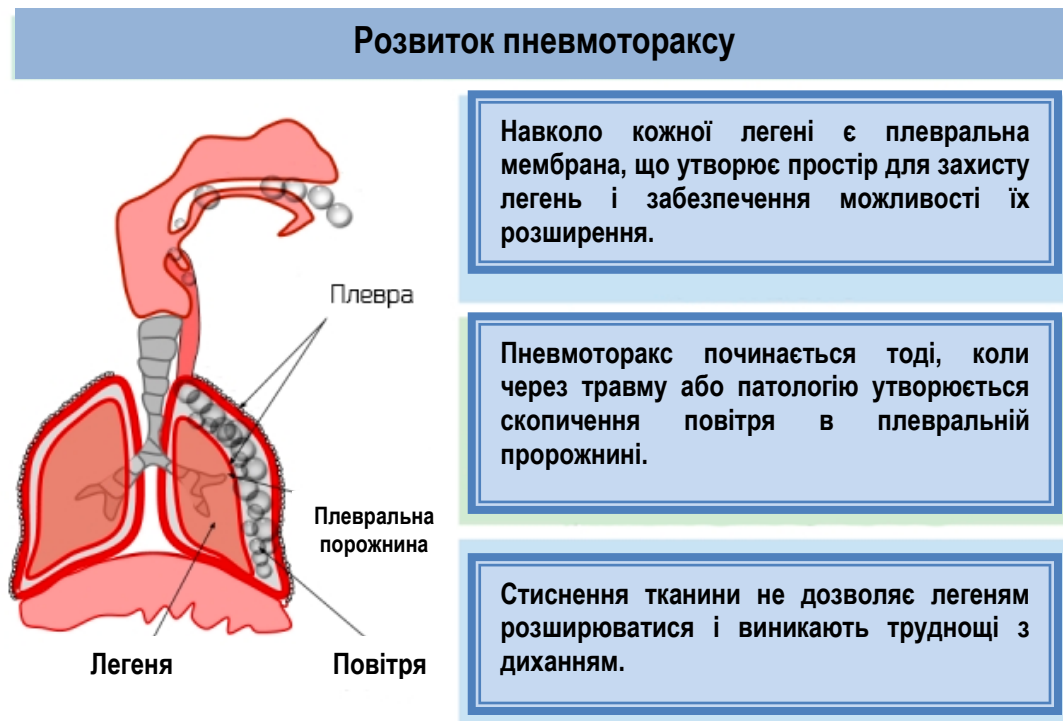


Рис.10. Розвиток пневмотораксу

(зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу
https://sekretizdorovya.ru/publ/spontannyj_pnevmotoraks/26-1-0-769)

В залежності від **механізму** виникнення пневмоторакс буває:

- **закритий** — одномоментно у плевральну порожнину проникає певна кількість повітря, яке може самотійно розсмоктатись впродовж кількох днів (напр., ятрогенний пневмоторакс після пункції плеври);
- **відкритий** — повітря вільно проникає у плевральну порожнину через отвір у грудній клітці або у бронху і вільно виходить назовні через той же отвір; наслідком можуть стати «маятникові рухи середостіння», які можуть спричинити рефлекторну зупинку серця;
- **напружений (клапанний)** — повітря потрапляє у плевральну порожнину через отвір, у якому утворюється клапан. При кожному вдосі повітря надходить у плевральну порожнину, проте під час видиху з неї вийти не може. Як наслідок, внутрішньоплевральний тиск перевищує атмосферний і постійно підвищується; це призводить не тільки до стиснення легені на стороні ураження, а й до зміщення середостіння на неуражену сторону, компресії іншої легені, стиснення великих венозних судин, зниження венозного відтоку та серцевого викиду. Наслідком цих змін є різка гіпотензія та гіпоксемія; може виникнути раптова зупинка кровообігу. **Стан напруженого пневмотораксу є безпосередньою загрозою життю та вимагає невідкладного втручання.**

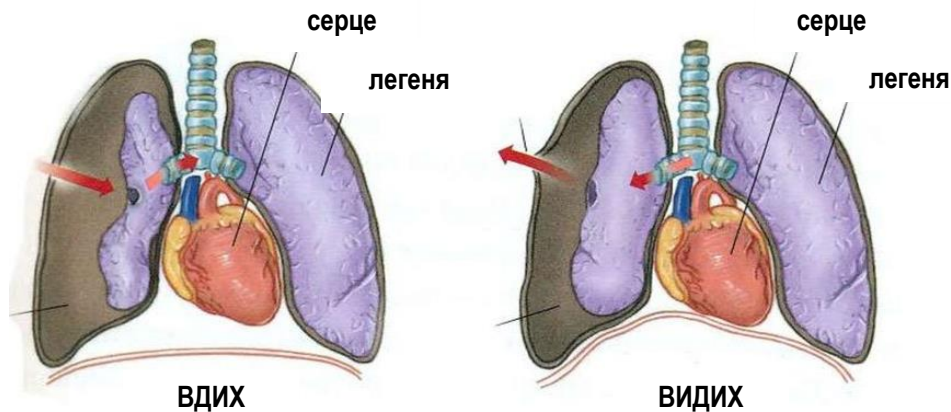


Рис.10а. Відкрита травма грудної клітки з утворенням пневмотораксу

(зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу <https://ppt-online.org/125223>)

Внаслідок того, що тиск в плевральній щілині стає рівним або більшим атмосферного легеня спадається. Якщо замість повітря там виявиться рідина, то це явище має відповідну назву - гідро-, піо-, гемоторакс (рис.11) [7].

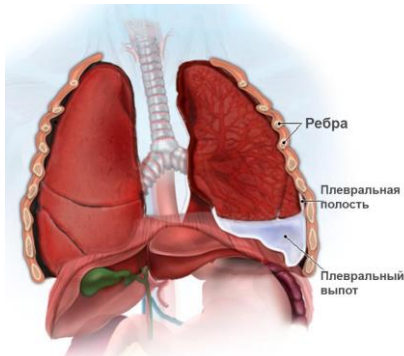


Рис.11. Синдром накопчення рідини плевральній порожнині

(зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу <http://otekam.net/zastoj/legkie-skaplivaetsya-zhidkost.html>)

Один цикл чергування вдиху і видиху складає дихальний цикл (рис. 12).

Патерн дихання - це співвідношення компонентів дихального циклу (тривалість фаз, глибина дихання, динаміка тиску і потоків в повітроносних шляхах). Організм обирає такий патерн дихання, при якому необхідний рівень альвеолярної вентиляції досягається з найменшою витратою енергії на роботу дихальних м'язів.

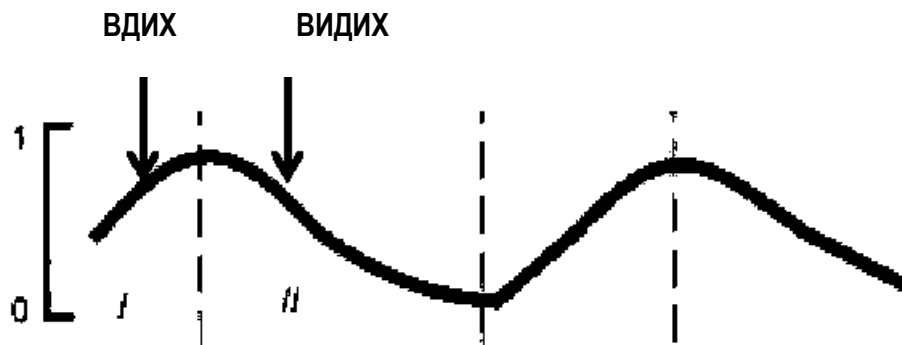


Рис. 12. Фази дихального циклу (спірограма)

(зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу
https://studopedia.ru/11_113067_patterni-dihaniya.html)

У нормі дихання представлено рівномірними дихальними циклами "вдих-видих" в співвідношенні 1: 1,3 з частотою дихальних рухів 12-16 за хв. Цей вид дихання отримав назву **ейпноє**. Патерн дихання може змінюватися в залежності від стану людини, його потреб (розмова, прийом їжі).

Періодично може виникати **апное** - затримка дихання при вдиху і видиху.

Гіперпноє - збільшення частоти і глибини дихання при фізичному навантаженні за рахунок підвищення потреби в O_2 .

При порушенні структур мозку, що мають безпосереднє відношення до процесу дихання, патерн дихання істотно змінюється.

Ритмічність дихальних циклів відносна. Навіть в умовах спокою низькоамплітудні дихальні рухи періодично змінюються рухами великої амплітуди, так званими **вставними вдихами**, після яких настає подовжена пауза. Такі високоамплітудні вдихи сприяють вентиляції альвеол застійних ділянок легень.

При різних станах організму, фармакологічних впливах або неадекватних умовах оточуючого середовища, спостерігаються **розлади дихання**. Всі форми порушення нормального дихання об'єднуються терміном «**диспноє**».

Розрізняють декілька типів патологічного дихання (рис.13). Часто зустрічається так зване періодичне дихання **Чейна-Стокса**: дихальні рухи поступово поглиблюються і частішають, що призводить до розвитку гіпервентиляції і гіпокапнії. У результаті частота і глибина дихання зменшуються

аж до апное. Потім концентрація вуглекислоти в крові збільшується, що, у свою чергу, призводить до нового наростання частоти і глибини дихання. Причиною можуть бути функціональні зміни збудливості центрального дихального механізму, які виникають у результаті гіпоксії, або органічного ураження дихального центру. Дихання Чейна-Стокса спостерігається іноді в дітей молодшого віку, у практично здорових людей під час сну, а також у горах. Окрім того, виникає при порушенні роботи дихальних нейронів довгастого мозку та часто спостерігається при гіпокапнії.

При хронічній гіпоксії головного мозку або відділенні шляхом перерізування передньої частини моста від середнього мозку дихання нагадує "жаб'яче" - після розвитку вдиху наступає інспіраторна затримка і короткий видих. Такий тип дихання називається **апнейстичним**. Він може бути викликаний зниженням тонічного імпульсного потоку до нервових клітин пневмотаксичного центру, що регулює співвідношення фаз дихального циклу, або частковою блокадою сенсорної інформації, що надходить по блукаючому нерву.

Якщо усунені всі впливи, що надходять з ростральних відділів центральної нервової системи, то дихання набуває судомного характеру - «**гаспінг-дихання**», з різким вдихом максимальної амплітуди, в якому беруть участь не тільки дихальні м'язи, а й інша скелетна мускулатура. Видих відбувається активно. Дихальні рухи стають рідкими, з великими експіраторними паузами.

Гаспінг, або термінальне рідке дихання, виникає при різкій гіпоксії мозку або в період агонії.

Особливий характер дихання встановлений при **задишці**, тобто при порушенні частоти і глибини дихальних рухів, що супроводжуються суб'єктивним відчуттям задухи.

Атактичне дихання, тобто нерівномірне, хаотичне, не-регулярне дихання. Спостерігається при збереженні дихальних нейронів довгастого мозку, але при порушенні зв'язку з дихальними нейронами варолієвого мосту.

Дихання Біота проявляється в тому, що між нормальними дихальними циклами «вдих-видих» виникають тривалі паузи - до 30с. Таке дихання розвивається при пошкодженні дихальних нейронів варолієвого мосту, але може з'явитися в гірських умовах під час сну в період адаптації.

При **дихальній апраксії** хворий не здатний довільно міняти ритм і глибину дихання, але звичайний патерн дихання у нього не порушено. Це спостерігається при ураженні нейронів лобних частин мозку.

При **нейрогенній гіпервентиляції** дихання часте і глибоке. Виникає при стресі, фізичній роботі, а також при порушеннях структур середнього мозку.

Дихання Куссмауля- глибоке дихання з укороченим активним видихом.

1	Епноє	
2	Гіперпноє	
3	Апноє	
4	Дихання Чейна-Стокса	
5	Дихання Біота	
6	Апнейзис	
7	Гаспінг	

Рис. 13. Різноманітні форми дихання в нормі (1-3) та при патології (4-7) (за В.Ефімовим та В.Сафоновим).
(зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу <https://med.wikireading.ru/24970>)

Всі види патернів дихання, в тому числі і патологічні, виникають при зміні роботи дихальних нейронів довгастого мозку і варолієвого мосту. Поряд з цим можуть розвиватися вторинні зміни дихання, що пов'язані з різною патологією або впливом на організм екстремальних факторів зовнішнього середовища. Наприклад, застій крові в малому колі кровообігу, гіпертензія малого кола або амнезія викликають зростання частоти дихання (**тахіпноє**). Дихання типу Чейна-Стокса часто розвивається при серцевій недостатності. Метаболічний ацидоз, як правило, викликає **брадіпноє** [1].

Залежно від того, з чим пов'язано розширення грудної клітки при нормальному диханні (переважно з підняттям ребер або сплюсненням діафрагми), розрізняють **грудний (реберний)** і **черевний (діафрагмальний)** тип дихання. При грудному типі дихання забезпечується, в основному, за рахунок роботи міжреберних м'язів, а діафрагма зміщується пасивно відповідно до зміни внутрішньогрудного тиску. При черевному типі дихання в результаті потужного скорочення діафрагми не тільки знижується внутрішньоплевральний тиск, а й

одночасно підвищується і внутрішньочеревний. Цей тип дихання більш ефективний, так як при ньому сильніше вентилюються легені і полегшується венозне повернення крові від органів черевної порожнини до серця. *Діафрагмальне дихання більш фізіологічне!* [2]

Легенева вентиляція

Вентиляція легенів залежить від глибини дихання (дихального об'єму) і частоти дихальних рухів. Обидва ці параметри можуть змінюватися в залежності від потреб організму. У спокої дихальний об'єм невеликий у порівнянні із загальним обсягом повітря в легенях. Таким чином, людина може як вдихнути, так і видихнути додатковий об'єм повітря. Однак, навіть при найглибшому видиху в альвеолах і повітроносних шляхах легенів залишається деяка кількість повітря. Для того, щоб кількісно описати всі ці взаємини, загальну легеневу ємність ділять на кілька компонентів (при цьому під ємністю розуміють сукупність двох або кількох компонентів).

Кількість повітря, що знаходиться в легенях після максимального вдиху, становить **загальну ємність легенів (ЗЄЛ)** (рис. 14).

Величина ЗЄЛ у дорослих досягає 4200-6000 мл. Вона складається з життєвої ємності легень (ЖЄЛ) і залишкового об'єму (ЗО).

Життєва ємність легенів - це кількість повітря, яка виходить з легень при максимально глибокому видиху після максимально глибокого вдиху. У нормі вона становить від 3300 до 4800 мл (у чоловіків 4000-4800 мл, у жінок - 3300-4000 мл). ЖЄЛ складається з трьох легневих об'ємів (дихального, резервного вдиху і резервного видиху).

ЖЄЛ - клінічний показник функції легень, що відображає як силу дихальних м'язів, так і інші аспекти дихання. ЖЄЛ залежить від віку, статі, зросту, положення тіла (у вертикальному положенні вона дещо більша, ніж у горизонтальному і у вертикальному положенні в легенях менше крові). ЖЄЛ залежить значною мірою від ступеня тренуваності організму.

Частина життєвої ємності, яку видихають при першій секунді форсованого видиху, називається **об'ємом форсованого видиху**. Він теж має клінічне значення при визначенні типу порушення легеневої вентиляції.

Індивідуальну нормальну величину ЖЄЛ називають **належною життєвою ємністю легень (НЖЄЛ)**. Її розраховують у літрах за формулами і таблицями на основі показників росту, маси тіла, віку і статі.

Для людей 18-25-річного віку розрахунок можна вести за формулами:

$$\text{НЖЄЛ}_{\text{жінки}} = 3,8 \times P + 0,029 \times B - 3,190;$$

$$\text{НЖЄЛ}_{\text{чоловіки}} = 5,8 \times P + 0,085 \times B - 6,908,$$

де P – ріст(м,см); B - вік (роки).

Величина ЖЄЛ, яку виміряли, вважається зниженою, якщо це зниження становить понад 20% від рівня НЖЄЛ.

Ємність вдиху - максимальна кількість повітря, яке можна вдихнути після спокійного видиху.

Функціональна залишкова ємність - кількість повітря, яке залишається в легенях після спокійного видиху. Фізіологічна роль цієї величини полягає в тому, що завдяки наявності цієї ємності в альвеолярному просторі згладжуються коливання концентрацій O_2 і CO_2 , обумовлені відмінностями їх вмісту у повітрі, яке вдихаємо і видихаємо. Якби атмосферне повітря надходило безпосередньо в альвеоли, не змішуючись з повітрям, що вже знаходиться в легенях, то вміст O_2 і CO_2 в альвеолах зазнавав би коливання відповідно до фаз дихального циклу. Завдяки ж тому, що функціональна залишкова ємність у спокої в кілька разів більше дихального об'єму, зміна складу альвеолярного повітря відносно невелика.

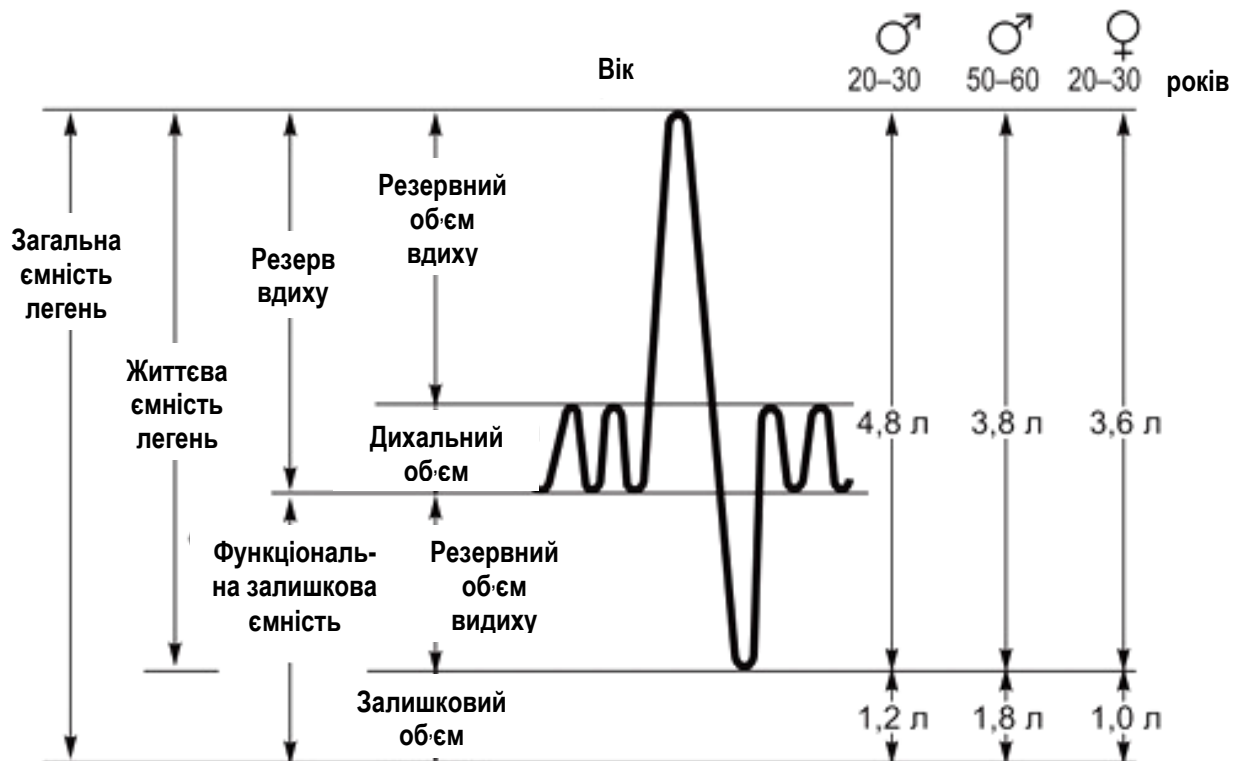


Рис. 14. Легеневі об'єми та ємності

(зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу

<http://www.grandars.ru/college/medicina/pokazateli-vneshnego-dyhaniya.html>)

Дихальний об'єм (ДО) - об'єм повітря, що вдихається і видихається при кожному дихальному циклі в стані спокою. Він дорівнює 400-500 мл.

Резервний об'єм вдику - частина додаткового повітря, яку можна вдихнути при максимальному вдику після звичайного. Його величина в нормі становить від 1900 до 3300 мл.

Резервний об'єм видиху - обсяг, який можна видихнути при максимальному видиху після звичайного. Його величина в нормі становить від 700 до 1000 мл. При спокійному диханні після видиху в легенях залишається резервний об'єм видиху і залишковий об'єм.

Залишковий об'єм (ЗО) - це все те, що залишається в легенях після глибокого видиху, його величина від 1200 до 2000 мл (20-30% від ЗЄЛ). У похилому віці величина ЗО наростає через зменшення еластичної тяги легень, прохідності бронхів, зниження сили дихальних м'язів і рухливості грудної клітки. У віці 60 років він вже становить близько 45% від ЗЄЛ.

Але не вся частина повітря, яку ми вдихаємо, досягає альвеол. Тому виділяють ще один цікавий об'єм - **об'єм анатомічного мертвого простору (АМП)**. Це та частина повітря, яка залишається в повітроносних шляхах (носові ходи, порожнина рота, носоглотка, додаткові пазухи носа, гортань, трахея, бронхи) і не потрапляє в легені (це повітря не приймає участь в газообміні). Анатомічний простір займає об'єм близько 140-260 мл і залежить від особливостей конституції людини (при вирішенні завдань, в яких необхідно враховувати АМП, а величина його не вказана, обсяг АМП приймають рівним 150 мл). І хоча він отримав назву «мертвого», насправді він дуже корисний. Так, повітря, яке проходить через цей простір (особливо якщо воно проходить через носові ходи) обігрівається, знешкоджується від сторонніх часток та бактерій, зволожується. Тому *дихання через ніс більш фізіологічно!* [2]

Фізіологічний мертвий простір (ФМП) - об'єм повітря, що надходить в дихальні шляхи і легені і не приймає участі в газообміні. ФМП більше анатомічного мертвого простору, так як включає його як складову частину. Крім повітря, що знаходиться в дихальних шляхах, до складу ФМП входить повітря, що надходить в легеневі альвеоли, але не обмінюється газами з кров'ю через відсутність або зниження кровотоку в цих альвеолах (для цього повітря іноді застосовується назва **альвеолярний мертвий простір**). У нормі величина функціонального мертвого простору становить 20-35% від величини дихального об'єму. Зростання цієї величини понад 35% може свідчити про наявність деяких захворювань. У здорових легенях кількість подібних альвеол невелика, тому в

нормі об'єми анатомічного і функціонального мертвого простору практично однакові.

Об'єми, що розглянуті вище, відносять до **статичних показників**. Об'єми повітря можна безпосередньо виміряти за допомогою спірометра або пневмотахографа. Остаточний об'єм і функціональну залишкову ємність можна визначити тільки опосередковано.

До **динамічних показників** відносять альвеолярну вентиляцію, хвилинний дихальний об'єм, частоту дихання, максимальну вентиляцію легень.

Хвилинний об'єм дихання (ХОД) - обсяг повітря, що вентилюється через легені і дихальні шляхи за 1 хв. Для визначення ХОД досить знати глибину, або дихальний об'єм (ДО), і частоту дихання (ЧД):

$$\text{МОД} = \text{ДО} \times \text{ЧД}.$$

У спокої ХОД становить 4-6 л/хв. Цей показник часто називають також вентиляцією легенів (відрізнати від альвеолярної вентиляції).

Частота дихання - кількість дихальних циклів (вдих-видих) за 1 хвилину (в нормі 16-20). Частота дихальних рухів вище у дітей - 20-30 за хв., у грудних - 30-40 за хв., а у новонароджених - 40-50 за хвилину.

Таким чином, хвилинний об'єм дихання у дорослих людей при частоті 12, а ДО - 0,5 л дорівнює 6 л/хв. При фізичних навантаженнях, відповідно до збільшення потреб у кисні, зростає і хвилинний об'єм дихання, досягаючи в умовах максимального навантаження 120-170 л/хв. Це - **максимальна вентиляція легенів** (максимальна дихальна ємність). МВЛ може бути визначена при довільній гіпервентиляції у спокої (дихати максимально глибоко і часто допустимо не більше 15 с).

Показником ефективності дихання в цілому є **альвеолярна вентиляція**. Від цієї величини залежить газовий склад, що підтримується в альвеолярному просторі. Оскільки обсяг мертвого простору постійний, то альвеолярна вентиляція тим більша, чим глибше дихання.

Альвеолярна вентиляція легенів (АВЛ) – об'єм атмосферного повітря, що проходить через легеневі альвеоли за 1 хв. Для розрахунку альвеолярної вентиляції треба знати величину АМП. Якщо вона не визначена експериментально, то для розрахунку об'єм АМП беруть рівним 150 мл. Для розрахунку альвеолярної вентиляції можна користуватися формулою:

$$\text{АВЛ} = (\text{ДО} - \text{АМП}) \times \text{ЧД}.$$

Наприклад, якщо глибина дихання у людини 650 мл, а частота дихання 12, то АВЛ дорівнюватиме 6000 мл $(650-150) \times 12$ (табл.1).

Таблиця 1. Показники легеневої вентиляції
 (відповідно даним інтернет-ресурсу
http://studbooks.net/80256/meditsina/legochnye_obemy)

Показник	Значення
Частота дихання (ЧД)	9-16 дих/хв
Ритмічність дихання	ритмічне
Дихальний об'єм (ДО)	300-800 мл
Резервний об'єм вдиху (Р _{Овд})	1500-2500 мл
Резервний об'єм видиху (Р _{Овид})	1000-1500 мл
Життєва ємність легень (ЖЄЛ)	3000-4800 мл
Необхідна ЖЄЛ (НЖЄЛ): для чоловіків для жінок	зріст (см)х25 зріст (см)х20
Ємність максимального вдиху	1800-3300 мл
Ємність максимального видиху	1300-2300 мл
Максимальна вентиляція легень (МВЛ)	120-170 л
Необхідна максимальна вентиляція легень (НМВЛ)	½ НЖЄЛх35
Хвилинний об'єм дихання (ХОД)	6-8 л/хв
Резерв дихання = МВЛ-ХОД	50-140 л
Форсована ЖЄЛ (ФЖЄЛ)	80% ЖЄЛ
Об'ємна швидкість вдиху та видиху: для чоловіків для жінок	5-8 л/с 4-6 л/с
Затримка дихання на вдосі (проба Штанге)	55-60 с
Затримка дихання на видосі (проба Генча)	35-40 с
Індекс Тиффно (об'єм форсованого видиху за 1 с (першу секунду) помножити на 100% і розділити на ЖЄЛ	80% для чоловіків 82% для жінок

Коефіцієнт легеневої вентиляції (КЛВ) – це відношення об'єму повітря, яке надійшло в легені при вдиху, до об'єму повітря, яке вже знаходиться в цей час в легенях. Коефіцієнт легеневої вентиляції показує, наскільки оновлюється повітря, яке знаходиться в легенях, при кожному дихальному русі. У нормі коефіцієнт легеневої вентиляції дорівнює 1/7 (0,14). Коефіцієнт легеневої вентиляції визначається за формулою:

$$\text{КЛВ} = (\text{ДО} - \text{МП}) / \text{ФЗЄ}, \text{ де}$$

- ДО – дихальний об'єм легень в мл;
- МП – мертвий простір в мл;

➤ ФЗЄ – функціональна залишкова ємність легень в мл.

Коефіцієнт альвеолярної вентиляції (КАВ) - це відношення альвеолярної вентиляції легень до легеневого кровотоку (ЛК):

$$\text{КАВ} = \text{АВЛ} / \text{ЛК},$$

що складає 0,8.

Частота дихання 16-20 за хвилину (норма, яка вказана в усіх підручниках і навчальних посібниках) не є ідеально фізіологічною. Більш фізіологічною (з точки зору профілактики багатьох захворювань не тільки дихального апарату, а й інших органів і систем) є менша частота дихання, яка може бути досягнута відповідним тренуванням (найчастіше фізичними вправами).

Чому ж менша частота більш фізіологічна? Розглянемо на конкретному прикладі переваги дихання тренованої людини. Уявімо собі, що перед нами дві людини, обидві однакової статури, але одна з них регулярно займається будь-яким видом фізичної активності (наприклад, регулярна ранкова гімнастика, біг або інші заняття). ДО у тренованої людини завжди буде вищим, ніж у нетренованої. Для прикладу візьмемо такі цифри. У тренованої людини ДО - 800 мл. У нетренованої - 400 мл (такі відмінності цілком реальні в дійсності). Якщо запропонувати їм невелике фізичне навантаження, то можна легко виявити, що частота дихання у них зростає. Але якщо у тренованої людини вона стане, наприклад, 20 дихальних актів за хвилину, то у нетренованої буде значно частіша. Наприклад, 40 дихальних рухів за хвилину. При таких цифрах ХОД в обох стане рівним 16 000 мл повітря (400 мл x 40 і 800 мл x 20). У чому ж тоді, скажете, переваги одного дихання перед іншим?

А справа в тому, що у першої людини (тренованої) з 800 мл ДО в альвеоли буде надходити з кожним вдихом 600 мл повітря (прийнемо умову, що у того і іншого суб'єкта обсяг мертвого простору дорівнює 200 мл). У другого (нетренованого) в альвеоли буде надходити всього 200 мл повітря. При частоті дихання 20 у першого досліджуваного до альвеол за хвилину доставляється 12000 мл повітря (20 x 600 мл). А при частоті 40 у другого - до альвеол доставляється 8000 мл повітря (40 x 200 мл). Тобто, у нетренованої людини до легень надходить на 4000 мл повітря менше.

Тому менша частота дихання більш фізіологічна! [2]

Як з'ясувалося на сьогодні, цивілізована здорова, активна і бадьора людина може залишатися такою ж десятки років, якщо у неї ХОД не перевищує 4-5 л. Чим більше ХОД перевищує цей рівень, тим більше є симптомів патологій різних органів. У власників таких проблем (це хвороби цивілізації!) ХОД становить від 8 до 12 л у стані спокою. Таке дихання ніяк не можна назвати здоровим.

Запам'ятайте, нормалізація зовнішнього дихання - це приведення ХОД до 3-4 літрів за хвилину! Як же бути? Знижувати частоту дихання за рахунок його правильної форми. Висока частота нашого дихання пов'язана з тим, що ми взагалі дихаємо неправильно. У більшості людей час, витрачений на вдих майже дорівнює часу, витраченому на видих. Крім того, більшість людей після вдиху відразу ж роблять видих, а це теж не фізіологічно. Треба після вдиху дещо затримувати дихання, а далі робити більш повільний (ніж вдих) видих і після нього знову затримка дихання. Такий тип дихання дуже нагадує дихання по Бутейко, Фролову і інших. Але, на жаль, люди починають долучатися до такої «культури» дихання, коли хворіють. А насправді так треба дихати завжди. Це шлях до здоров'я і профілактики маси хвороб!

Таким чином, повітроносні шляхи, легенева паренхіма, плевра, кістково-м'язовий каркас грудної клітки і діафрагма складають єдиний робочий орган, за допомогою якого здійснюється вентиляція легенів.

Вентиляція легенів - це процес оновлення газового складу альвеолярного повітря, що забезпечує надходження до нього кисню і виведення надлишкової кількості вуглекислого газу. Інтенсивність вентиляції визначається глибиною і частотою дихання, мертвим простором.

Вентиляція легенів відбувається, завдяки активному фізіологічному процесу (дихальним рухам). Вона залежить від положення тіла (вертикального або горизонтального) та кровотоку в альвеолах [2].

Види порушень вентиляції

Вентиляція легенів часто порушується внаслідок патологічних змін дихального апарату. З метою діагностики доцільно розрізняти два типи порушень вентиляції - *рестриктивний і обструктивний*.

До **рестриктивного** типу порушень вентиляції відносяться всі патологічні стани, при яких знижуються дихальні екскурсії легень, знижується здатність легких розправлятися, тобто зменшується їх еластичність. Такі порушення спостерігаються, наприклад, при ураженні легеневої паренхіми або при плевральних спайках (наприклад, при фіброзі легенів) (Рис.14а).

Обструктивний тип порушення вентиляції обумовлений звуженням повітроносних шляхів, тобто підвищенням їх аеродинамічного опору. Подібні стани зустрічаються, наприклад, при накопиченні в дихальних шляхах слизу, набухання їх слизової оболонки або при спазмі бронхіальних м'язів (бронхіальна астма, астмоїдний бронхіт). У таких хворих опір видиху підвищений, тому з часом

повітряність легень і функціональна залишкова ємність у них збільшується. Патологічні стани, що характеризуються надмірним розтягуванням легень та їх структурними змінами (зниженням кількості еластичних волокон, зникненням альвеолярних перетинок, зменшенням капілярної сітки), називаються емфіземою легенів (Рис.14б).

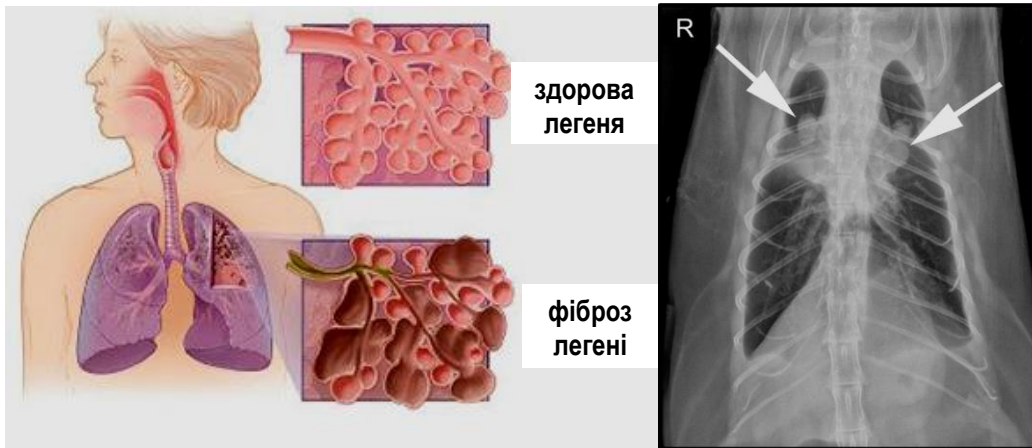


Рис.14а. Фіброз легень

(зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу <https://www.eurolab.ua/treatment/89> та <http://trebolo.ru.net/foto-fibro-z-legkogo.html>)

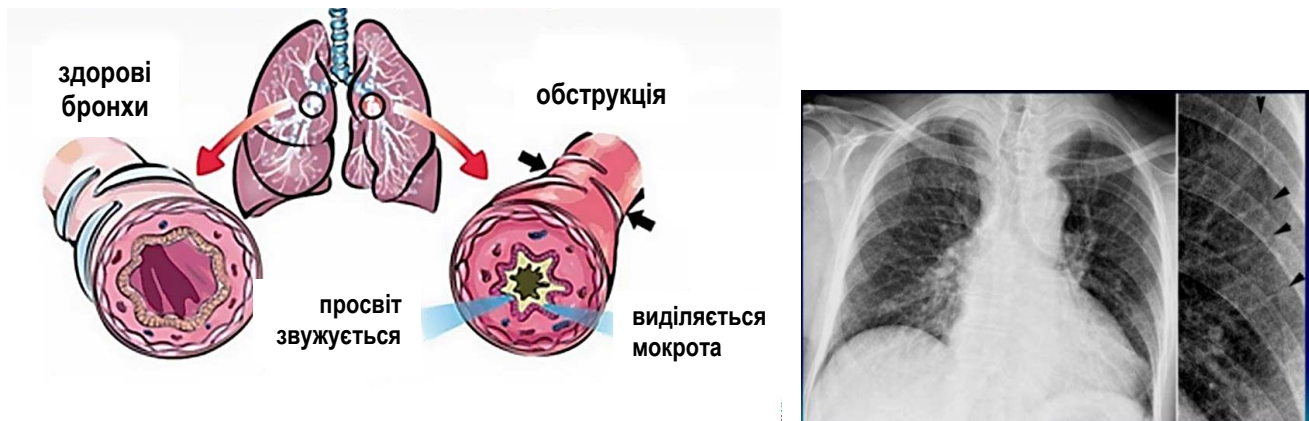


Рис.14б. Механізм обструкції бронхів та обструктивний бронхіт (на рентгені посилення легеневого малюнка)

(зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу <http://bronhitoff.ru/vidy/obstruktivnyj-simptomy-lechenie.html> та <https://ppt-online.org/105790>)

Зниження *життєвої ємності легень* - це ознака рестриктивного порушення вентиляції. Але треба враховувати що є і позалегенові рестриктивні зміни. Наявність рестриктивних змін легень визначають за зниженням ЖЄЛ (не менше 20% від належної величини) і зменшенням МВЛ (неспецифічний показник), а також за зниженням розтягуваності легень і в ряді випадків за

зростанням показника тесту Тиффно (більше 85%). При рестриктивних порушеннях зменшуються загальна ємність легенів, функціональна залишкова ємність і залишковий об'єм.

Об'єм повітря, що видаляється з легень при **форсованому видиху за одиницю часу** (як правило за 1 с), є ефективним показником обструктивних порушень вентиляції. Так як, при обструктивних порушеннях видих внаслідок підвищеного аеродинамічного опору утруднюється, то і обсяг форсованого видиху знижується.

Висновок про змішані (обструктивні і рестриктивні) порушення системи зовнішнього дихання робиться при одночасній наявності змін вищеперелічених потокових і об'ємних показників [12].

Газообмін у легенях і транспорт газів

Механізм переходу і перенесення газів. Головним фактором, що забезпечує перехід газів з одного середовища в інше, є градієнт тиску (рис.15). Про який тиск іде мова? Гази, кисень і вуглекислий газ, створюють певний тиск, який отримав назву **парціального**.

Парціальним тиском називають частину загального тиску, який припадає на частку даного газу в цій суміші. Ця частина залежить від процентного вмісту газу в суміші. Чим він більший, тим вищий парціальний тиск даного газу.

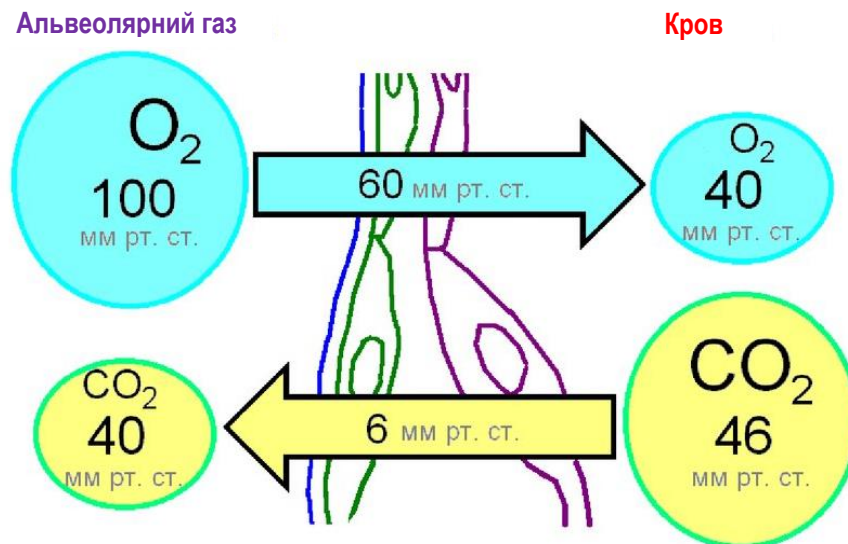


Рис.15. Градієнт тисків газів - ΔP .

(зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу <https://ppt-online.org/10320>)

Перенесення кисню. Парціальний тиск кисню в атмосфері становить десь близько 159 мм рт.ст. В альвеолах він знаходиться в межах 102-105 мм рт.ст. У

веноній крові, що підтікає до альвеол, парціальна напруга кисню дорівнює близько 40 мм рт.ст. Тобто градієнт тиску для кисню між альвеолами і кров'ю становить близько 60 мм рт.ст. (табл. 2) [6].

Таблиця 2.

Газовий склад атмосферного, альвеолярного повітря та повітря, що видихається, % (мм.рт.ст.)

[<http://referatwork.ru/valeologiya/section-8.html>]

Газовий склад повітря	Атмосферне повітря	Альвеолярне повітря	Повітря, що видихається
O ₂	20,85 (160)	13,5 (104)	15,5 (120)
CO ₂	0,03 (0,2)	5,3 (40)	3,7 (27)
N ₂	78,62 (596)	74,9 (569)	74,6 (566)
H ₂ O	0,5 (3,8)	6,3 (47)	6,2 (47)
Загальний	100,0 (760)	100,0 (760)	100,0 (760)

Таким чином, кисень завдяки цій різниці парціального тиску і напруги його в різних середовищах переходить з атмосфери в альвеоли і далі, в кров і тканини. Як же він переноситься? Перш за все, давайте розглянемо умови цього перенесення (рис. 16).

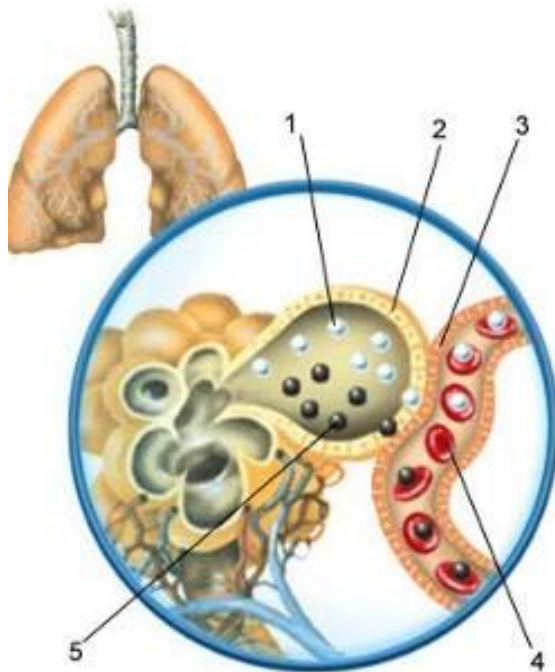


Рис. 16. Газообмін в легенях

Стінки альвеол складаються з одношарового епітелію і до них прилягають капіляри. Загальна дихальна поверхня альвеол у дорослої людини складає близько 120 м². Кисень (1) через стінки альвеол (2) та капілярів (3) потрапляє в кров (4), а вуглекислий газ (5) переміщується в протилежному напрямку.

(зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу <http://teb-consulting.ru/post-456>)

Відомо, що за 1 хвилину в стані відносного спокою переноситься кров'ю 300-350 мл кисню (при фізичній роботі ця цифра різко зростає). За рахунок чого

може переноситися така велика кількість кисню? Можна виділити два фактори, що забезпечують цей перенос. Один з них - це велика поверхня альвеол (від 60 до 100 м²). Інший фактор - швидка дифузійна здатність кисню. Якщо різниця тиску між альвеолами і кров'ю становила б 1 мм рт.ст., то за 1 хвилину могло б дифундувати до 200 мл кисню. Різниця ж насправді, як це ми показали вище, становить близько 60 мм рт.ст. Це означає, що 12000 мл кисню може проходити за 1 хвилину. Але навіть при інтенсивному фізичному навантаженні ця цифра не перевищує 4000-5000 мл. Ось яка його дифузійна здатність! Вона в 2,5-3 рази перевершує той рівень, який необхідний при інтенсивних фізичних навантаженнях [2]. Для переходу з альвеолярного повітря в еритроцит і з'єднання з гемоглобіном молекула кисню повинна продифундувати через:

- шар сурфактанту, що вистилає альвеоли;
- альвеолярний епітелій;
- базальні мембрани і інтерстиціальний простір між епітелієм і ендотелієм;
- ендотелій капіляра;
- шар плазми крові між ендотелієм і еритроцитом;
- мембрану еритроцита;
- шар цитоплазми в еритроциті.

В якому ж вигляді переноситься кисень? Частково він здатний розчинятися (в 100 мл крові до 0,3 мл кисню, тобто у всій крові це буде близько 15 мл). Це, природно, не може вирішувати проблеми транспорту кисню. Головне з'єднання, за допомогою якого переноситься кисень, це **оксигемоглобін** (рис. 17,18).

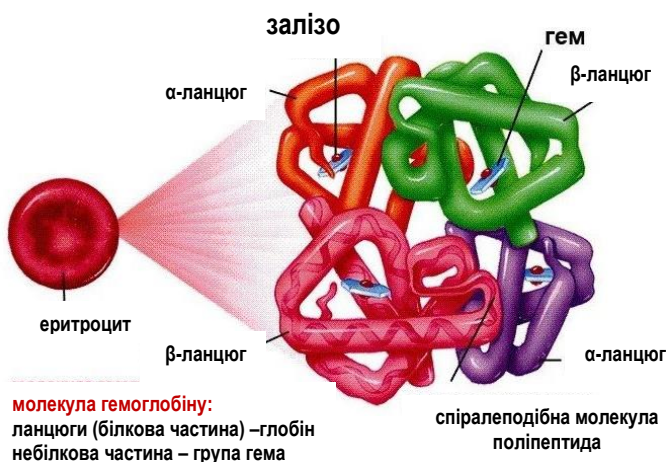


Рис. 17. Гемоглобін

(зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу <http://medporada.in.ua/vitamini-dlya-pidvishhennya-gemoglobinu-v-krovi-yaki-priznachayut.html>)

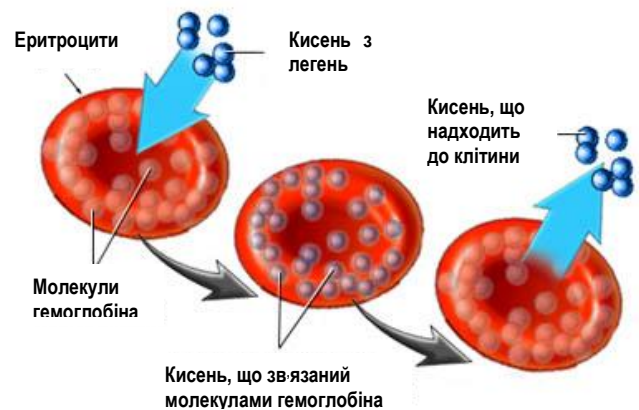


Рис. 18. Механізм транспортування кисню кров'ю

(зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу <http://qmedical-bg.info/cardiology/povishavane-na-hemoglobina-v-krvta-pri-vzrastni-deca-bremenni-jeni-mje-prichini.html>)

Підраховано, що 1 г гемоглобіну може переносити близько 1,34 мл кисню. Якщо врахувати, що 100 мл крові містять близько 14-16 г гемоглобіну, то вони зможуть перенести 18-21 мл кисню. Цей показник називається **кисневою ємністю крові (КЄК)**. *КЄК - це кількість кисню, що переноситься 100 мл крові до її повного насичення.* Цей показник може змінюватися. Він збільшується при фізичній роботі, при поліцитемії. Зменшується при захворюваннях крові, зокрема, анеміях [2].

Між кількістю оксигемоглобіну в крові і напругою в ній кисню існує певна залежність. Встановлено, що коли в крові немає кисню ($PO_2 = 0$), то немає і оксигемоглобіну, він міститься в формі відновленого гемоглобіну. Якщо $PO_2 = 10$ мм рт. ст. то 5,5% гемоглобіну перейде в форму HbO_2 , коли ж вміст PO_2 досягне 20 мм рт. ст. то оксигемоглобіну буде вже 25%, при рівні 40 мм рт. ст. буде 74%, а при рівні 100 мм рт. ст. у формі HbO_2 буде близько 92% O_2 . Таким чином, чим більша напруга кисню в крові, тим більше буде оксигемоглобіну.

Крива, що відображає залежність між напругою кисню в крові і кількістю оксигемоглобіну, що утворюється, отримала назву **кривої дисоціації оксигемоглобіну** (рис.19.).

Але ця залежність не лінійна, вона виражається S-подібною кривою. Верхня частина кривої, яка за формою наближається до горизонтальної, має значення для утворення оксигемоглобіну в капілярах легень. Сюди надходить венозна кров, в якій $PO_2 = 40$ мм рт.ст. (в альвеолярному повітрі $PO_2 = 100$ мм рт.ст.) і кисень дуже швидко переходить в кров, а рівень HbO_2 зростає до 92%. Але не завжди PO_2 в альвеолярному повітрі становитиме 100 мм рт. ст. При підйомі на висоту, зниженні альвеолярної вентиляції він зменшиться. Однак, незважаючи на це, кількість гемоглобіну у формі HbO_2 буде тривалий період (до певної межі) досить високим і гемоглобін буде виконувати функцію транспорту кисню (цю частину кривої порівнюють з графічним зображенням процесу зарядки акумулятора).

Середня частина кривої, яка за формою наближається до вертикальної, має значення для процесів, що відбуваються в капілярах тканин. При $PO_2 40$ мм рт. ст. (5,3 кПа) тільки 72% припадає на HbO_2 . Але чим інтенсивніше працює орган, тим менше буде в крові PO_2 і тим більше буде дисоціація його на гемоглобін і кисень. Отже, оксигенація клітин, які працювали, буде рости (цю частину кривої можна порівняти з графічним зображенням процесу розрядки акумулятора).

Показником, що характеризує інтенсивність використання O_2 тканинами, буде різниця кількості HbO_2 в крові, яка притікає і відтікає. Це - **артеріовенозна різниця**. Вона збільшується при фізичному навантаженні, поліцитемії і

зменшується - при анеміях, захворюваннях серця. **Споживання кисню** - кількість кисню, що поглинається організмом протягом одиниці часу (у спокої 200- 400 мл/хв).

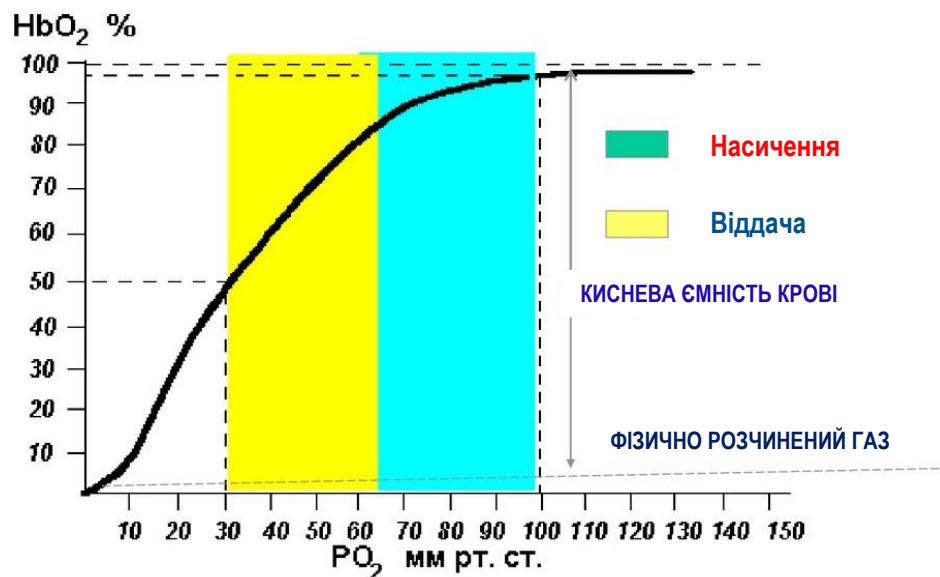


Рис. 19. Крива дисоціації оксигемоглобіну
(зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу <https://ppt-online.org/150963>)

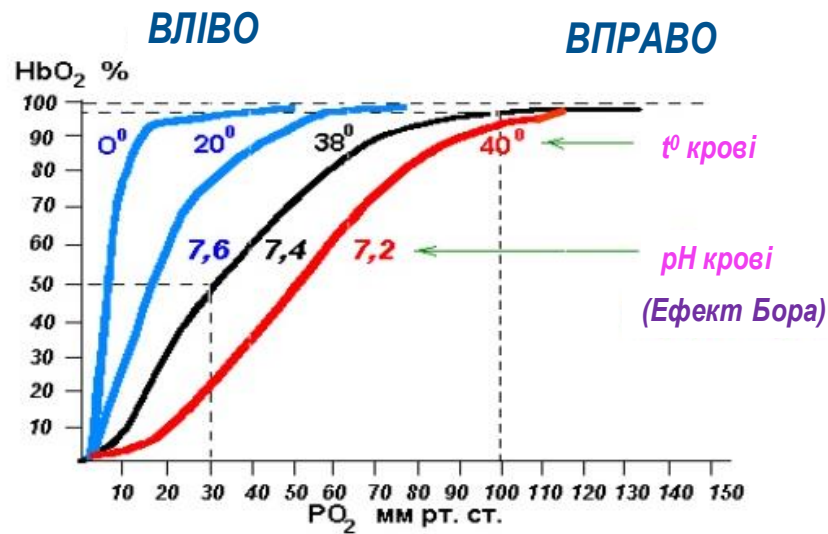
Нахил кривої дисоціації оксигемоглобіну в крові людини не постійний і при деяких умовах може змінюватися. Характер кривої дисоціації відображає показник, який називається «*напруга напівнасичення*» (P_{50}). P_{50} – це така напруга O_2 , при якому насичення гемоглобіну киснем становить 50%. У нормі P_{50} артеріальної крові становить близько 26 мм рт. ст. (3,5 кПа).

Конфігурація кривої дисоціації HbO_2 обумовлена хімічною спорідненістю гемоглобіну до O_2 і іншими зовнішніми факторами, що змінюють характер кривої. До таких факторів належать температура, рН, CO_2 , концентрація в еритроциті 2,3-ДФГ (2,3-дифосфогліцерат).

Форма кривої дисоціації оксигемоглобіну значною мірою залежить від концентрації в крові H^+ . При зниженні рН крива зміщується вправо, що свідчить про зменшення спорідненості Hb до O_2 . При підвищенні рН збільшується спорідненість Hb до O_2 і крива зміщується вліво (рис.20а).

Вплив рН на спорідненість Hb до O_2 називається *ефектом Бора* (рис.20б). Ефект Бора грає певну роль в газотранспортній функції крові: утворення великої кількості CO_2 в тканинах сприяє збільшенню віддачі кисню за рахунок зниження спорідненості Hb до нього. При виділенні CO_2 в легенях зменшується рН крові і поліпшується оксигенація. CO_2 також впливає на дисоціацію HbO_2 . Причому

згаданий ефект обумовлений не тільки H_2CO_3 , але і прямим впливом рівня PCO_2 на гемоглобін [4].



Зрушення вліво – легше насичення киснем: $<t; <P_{CO_2}; <2,3\text{-ДФГ}; >pH$

Зрушення вправо – легше віддача кисню: $>t; >P_{CO_2}; >2,3\text{-ДФГ}; <pH$

Рис. 20а. Зрушення кривої дисоціації оксигемоглобіну
(зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу <https://www.slideshare.net/crasgmu/173-8885637>)

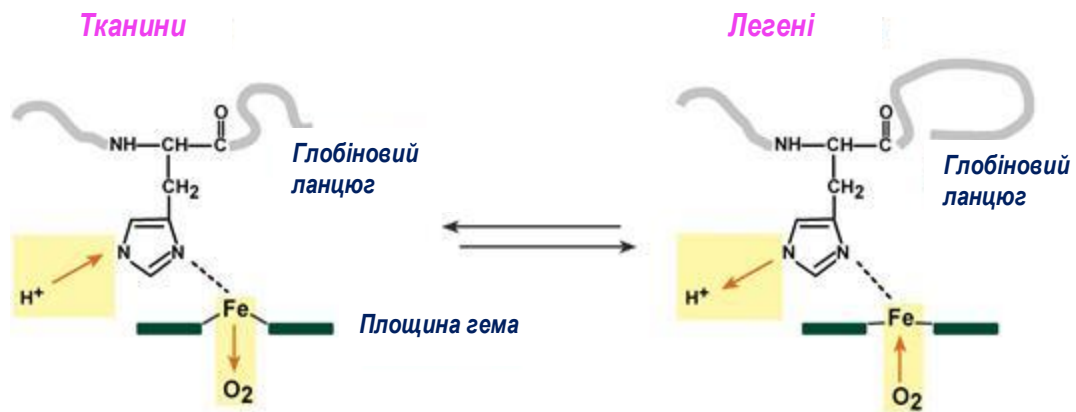


Рис. 20б. Механізм ефекту Бора
(зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу <https://studfiles.net/preview/2073931/page:152/>)

При зниженні температури віддача O₂ оксигемоглобіном сповільнюється, а при її збільшенні прискорюється цей процес.

Зміщенню кривої вправо сприяє також збільшення вмісту в еритроцитах 2,3-ДФГ(рис.20в). Вміст цієї речовини в еритроциті збільшується при анемії, сприяє надходженню O₂ до тканин і частково компенсує зниження рівня КСК. 2,3-ДФГ утворюється в еритроцитах з 1,3-дифосфогліцерату, проміжного метаболіту гліколізу, в реакціях, що отримали назву **шунт Раппорта**. Функція 2,3-дифосфогліцерату полягає в зниженні спорідненості гемоглобіна до кисню, що

має особливе значення при підйомі на висоту та при недостатності кисню в повітрі, що вдихаємо. У цих умовах зв'язування кисню з гемоглобіном у легенях не порушується, так як концентрація його відносно висока. Однак, в тканинах за рахунок 2,3-ДФГ віддача кисню зростає в 2 рази.

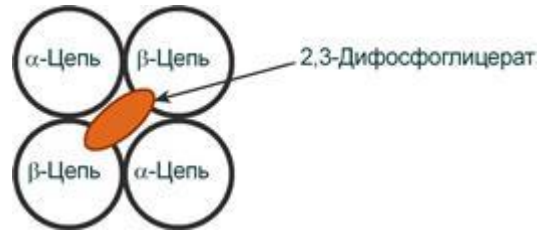


Рис. 20в. Розташування 2,3-дифосфогліцерату в гемоглобіні
(зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу <https://studfiles.net/preview/2073931/page:152/>)

Таким чином, відсутність в організмі запасів O_2 компенсується за рахунок різкого збільшення використання його з крові, підвищення артеріовенозної різниці. При інтенсивній роботі тканин, коли утворюється більше CO_2 , H^+ і підвищується температура, створюються умови для поліпшення доставки кисню клітинам [14].

Отже, крива дисоціації оксигемоглобіну в природних фізіологічних умовах має зрушення вліво (і вгору) і вправо (і вниз) (рис.20а).

Зрушення кривої вліво - спостерігається при зниженні температури, збільшення рН, зменшенні вмісту вуглекислоти в крові. Така реакція спостерігається в той момент, коли кров підтікає до легень. Цей зсув виражений у новонароджених, у жителів гірських районів і професіоналів, що працюють на висоті (льотчики, космонавти, альпіністи). Сенс цього зсуву полягає в тому, щоб при меншому парціальному тиску кисню в атмосфері більше утворювати оксигемоглобіну в крові.

Зрушення кривої вправо - спостерігається при підвищенні температури, зменшенні рН, збільшенні вмісту вуглекислоти. Це має місце тоді, коли кров підтікає до тканин (наприклад, працюючих м'язів, де вище температура, більше вуглекислоти або при лихоманці). Сенс цього зсуву зводиться до того, що при тій же парціальній напрузі кисню менше утворюється оксигемоглобіну і вільний кисень йде в тканини. При цих станах він там дуже необхідний для здійснення окислювально-відновних реакцій в тканинах [2].

Перехід і перенесення вуглекислого газу здійснюється за тими ж механізмами. Відомо, що в тканинах напруга вуглекислого газу найвища (воно досягає рівня 60 мм рт.ст.). У венозній крові, що відтікає від тканин, воно менша і дорівнює 46 мм рт.ст. В альвеолах, куди підтікає венозна кров, вона ще менша і становить 38 мм рт.ст. В атмосфері його величина зовсім маленька - близько 0,2

мм рт.ст. Природно, що такий градієнт тиску і напруги в різних середовищах і ділянках організму забезпечує перехід вуглекислого газу з тканин в кров, з крові в альвеоли і з альвеол в навколишній простір. Як же вуглекислий газ транспортується кров'ю?

Частково, також як і кисень, він може в невеликих кількостях розчинятися (близько 3-6%). Інша частина вступає в хімічні сполуки. Це відбувається як в плазмі, так і в еритроцитах. У плазмі з'являються з'єднання вуглекислого газу з водою - H_2CO_3 (рис.21).

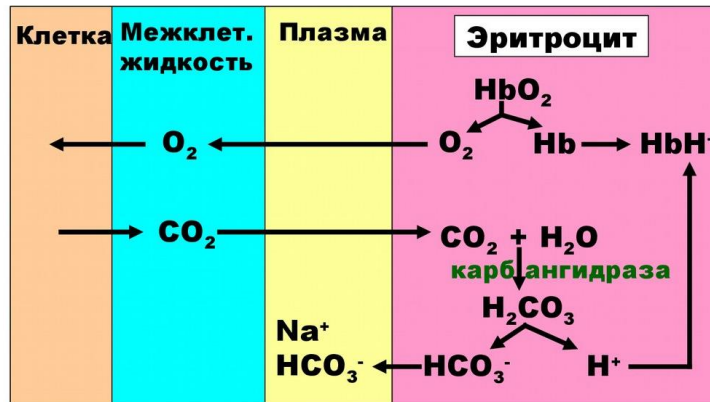


Рис. 21. Основні хімічні реакції (у тканинах)
(зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу <https://ppt-online.org/183942>)

Це відбувається внаслідок того, що парціальна напруга цього газу в тканинах більша, ніж в крові, він переходить в плазму крові і там з'єднується з водою. Частина вуглекислоти в плазмі вступає у з'єднання з хлоридом натрію, в результаті чого утворюється бікарбонат натрію (NaHCO_3). У вигляді цих двох з'єднань плазма і переносить вуглекислий газ. Інша його частина надходить в еритроцити, де під впливом особливого ферменту еритроцитів *карбоангідрази* різко зростає можливість його сполучення з водою з утворенням вуглекислоти. Деяка кількість цієї вуглекислоти з'єднується з хлоридом калію, в результаті чого утворюється бікарбонат калію (KHCO_3). Нарешті, частина вуглекислого газу з'єднується з аміною групою гемоглобіну, в результаті чого утворюється карбогемоглобін (рис.22,23).

Таким чином, в еритроцитах вуглекислий газ переноситься у вигляді вуглекислоти, бікарбонату калію і карбогемоглобіну. Коли кров підтікає до альвеол, то той же фермент карбоангідраза діє протилежно тій реакції, яку вона викликала раніше. Вона посилено сприяє дисоціації вуглекислоти і вуглекислий газ, в результаті цих процесів переходить в альвеоли.

Так, як в альвеолах парціальний тиск кисню вище, ніж в крові, він переходить у кров, в еритроцити з утворенням у них оксигемоглобіну. Будучи більш сильною кислотою, ніж вугільна, вона забирає у бікарбонатів основи і, тим

самим, сприяє звільненню вуглекислого газу. Вуглекислий газ, в результаті цього, переходить в альвеоли. У тканинах же оксигемоглобін, переходячи в гемоглобін, віддає зв'язані з ним основи, збільшуючи з'єднання вуглекислого газу кров'ю. Ці приклади свідчать про те, що в утворенні і звільненні вуглекислого газу істотна роль відводиться кисню [2].

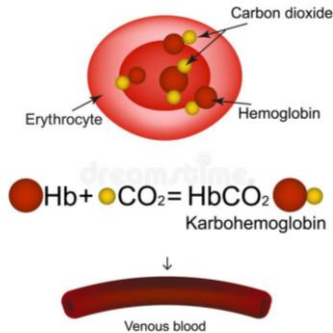


Рис.22. Утворення карбогемоглобіну

(зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу <https://www.shutterstock.com/th/image-vector/karbohemoglobin-hemoglobin-carries-carbon-dioxide-infographics-354378857>)

Однак, при всіх цих реакціях напруга вуглекислого газу у венозній крові залишається великою (близько 46 мм рт.ст.) і вона суттєво не відрізняється від напруги його в артеріальній крові (40 мм рт.ст.). Але ці цифри свідчать про те, що існує і артеріо-венозна різниця у вмісті вуглекислого газу. Вона, як видно з наведених цифр, не настільки вже й велика. Природно виникає питання, а навіщо в організмі залишається так багато вуглекислого газу?

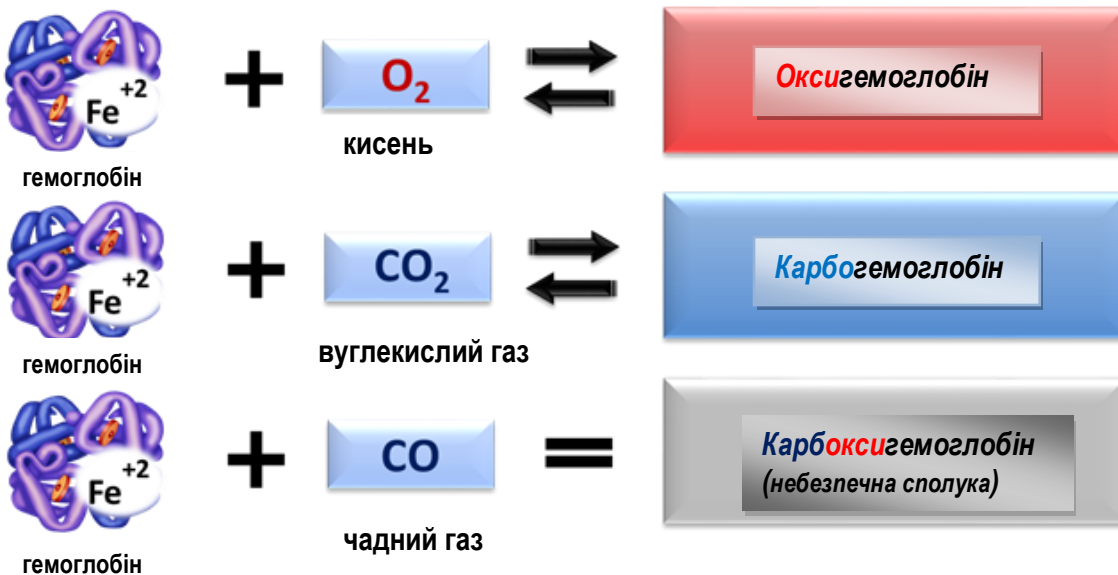


Рис.23. Сполуки гемоглобіну

(зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу <https://videouroki.net/video/18-vnutrienniia-srieda-orghanizma-sostav-i-funktii-krovi.html>)

Така велика кількість вуглекислого газу в артеріальній крові необхідна для його використання як основного регулятора дихання.

Особливості дифузії газів через аерогематичний бар'єр кількісно характеризуються через **дифузійну здатність легенів**. Для O_2 дифузійна здатність легенів - це обсяг газу, який переноситься з альвеол в кров за хвилину при градієнті альвеолярно-капілярного тиску газу 1 мм рт.ст.

Дифузійна здатність мембрани аерогематичного бар'єру обернено пропорційна її товщині і молекулярній масі газу і прямо пропорційна площі мембрани і особливо коефіцієнта розчинності O_2 і CO_2 в рідкому шарі альвеолярно-капілярної мембрани.

Відношення виділеного CO_2 до поглинутого O_2 називається **дихальним коефіцієнтом**. В середньому він становить 0,82, але залежить від вживаних продуктів (білки, жири або вуглеводи).

Парціальний тиск O_2 і CO_2 залежать від відношення альвеолярної вентиляції до перфузії легень. Перфузія легень максимальна в горизонтальному положенні. Характер вентиляції легенів може змінюватися внаслідок різних причин. Дихання посилюється при роботі, зміні метаболічних потреб організму і патологічних станів. Можна довільно посилити дихання. Зниження вентиляції також може бути довільним або наступати в результаті дії регуляторних і патологічних факторів.

Виділяють такі **типи вентиляції**:

1. **Нормовентиляція**: нормальна вентиляція, при якій парціальний тиск CO_2 в альвеолах підтримується на рівні близько 40 мм рт.ст.
2. **Гіпервентиляція**: посилена вентиляція, що перевищує метаболічні потреби організму, $PaCO_2$ менше 40 мм рт.ст.
3. **Гіповентиляція**: знижена вентиляція щодо метаболічних потреб організму, $PaCO_2$ більше 40 мм рт.ст.
4. **Підвищена вентиляція**: будь-яке збільшення альвеолярної вентиляції в порівнянні з рівнем спокою (н-д, при м'язовій роботі) незалежно від парціального тиску газів в альвеолах.
5. **Еупное**: нормальна вентиляція в спокої, що супроводжується суб'єктивним відчуттям комфорту.
6. **Гіперное**: зростання глибини дихання незалежно від того, підвищена при цьому частота дихальних рухів чи ні.
7. **Тахіное**: зростання частоти дихання.
8. **Брадінное**: зменшення частоти дихання.
9. **Апноє**: зупинка дихання, обумовлена, головним чином, відсутністю фізіологічної стимуляції дихального центру.

10. *Диспное (задишка)*: неприємне суб'єктивне відчуття недостатності дихання або утруднення дихання.
11. *Ортонное*: виражена задишка, пов'язана з застоєм крові в легеневих капілярах в результаті недостатності лівого серця. У горизонтальному положенні стан поглиблюється.
12. *Асфіксія*: зупинка або пригнічення дихання, пов'язані головним чином з паралічем дихальних центрів. Газообмін при цьому різко порушений [7,12].

Регуляція дихання

Щоб використання O_2 і утворення CO_2 відповідали різноманітним вимогам організму, щор пов'язані зі щоденною активністю, а величини PaO_2 і $PaCO_2$ залишалися у вузьких фізіологічних межах, необхідні пристосувальні зміни хвилинної вентиляції. Для досягнення цього гомеостатичного ефекту існує складна система регуляції дихання.

Фізіологічна система контролю - система управління диханням організована як контур негативного зворотного зв'язку. Газ, який вдихається, надходить по повітроносних шляхах до альвеол де він бере участь в обміні газів на рівні альвеолярно-капілярної мембрани. Рецептори реагують на інформацію про механічні явища (н-д, про наповнення легенів) та гуморальні параметри (н-д, PaO_2 і $PaCO_2$). Ця інформація інтегрується в дихальному центрі довгастого мозку, який модулює нервовий імпульс до мотонейронів, що інервують дихальні м'язи. Координоване збудження респіраторних мотонейронів призводить до синхронного скорочення дихальних м'язів, створюючи повітряний потік.

Коли хімічні подразнення, такі як гіпоксія і гіперкапінія, розпізнаються хеморецепторами, їх сигнали в дихальному центрі реалізуються через підвищення нервової імпульсації до респіраторних мотонейронів, викликаючи підвищення хвилинної вентиляції. Артеріальна гіпокапінія, навпаки викликає зменшення вентиляції.

Регуляція дихання здійснюється шляхом рефлекторних реакцій, що виникають в результаті збудження специфічних рецепторів, закладених в легеневій тканині, судинних рефлексогенних зонах і інших ділянках. Центральний апарат регуляції дихання представлений утвореннями спинного мозку, довгастого мозку і верхніх відділів нервової системи. Основна функція управління диханням здійснюється дихальними нейронами стовбура головного мозку, які передають ритмічні сигнали в спинний мозок до мотонейронів дихальних м'язів.

Дихання - процес автоматичний, але він піддається довільній регуляції. Без такої регуляції неможлива була б мова. Разом з тим, управління диханням побудовано на рефлексорних принципах: як безумовно-рефлексорних, так і умовно-рефлексорних. Регуляція дихання побудована на загальних принципах автоматичної регуляції, які використовуються в організмі.

Регуляцію дихання здійснює дихальний центр - багаторівневе структурно-функціональне утворення нервової системи, яка здійснює автоматичну і довільну регуляцію дихання. Він керує дихальними м'язами [15].

Дихальний нервовий центр - це сукупність нейронів центральної нервової системи, що забезпечують координовану ритмічну діяльність дихальних м'язів і постійне пристосування зовнішнього дихання до умов всередині організму і в навколишньому середовищі, що постійно змінюються (рис.24).

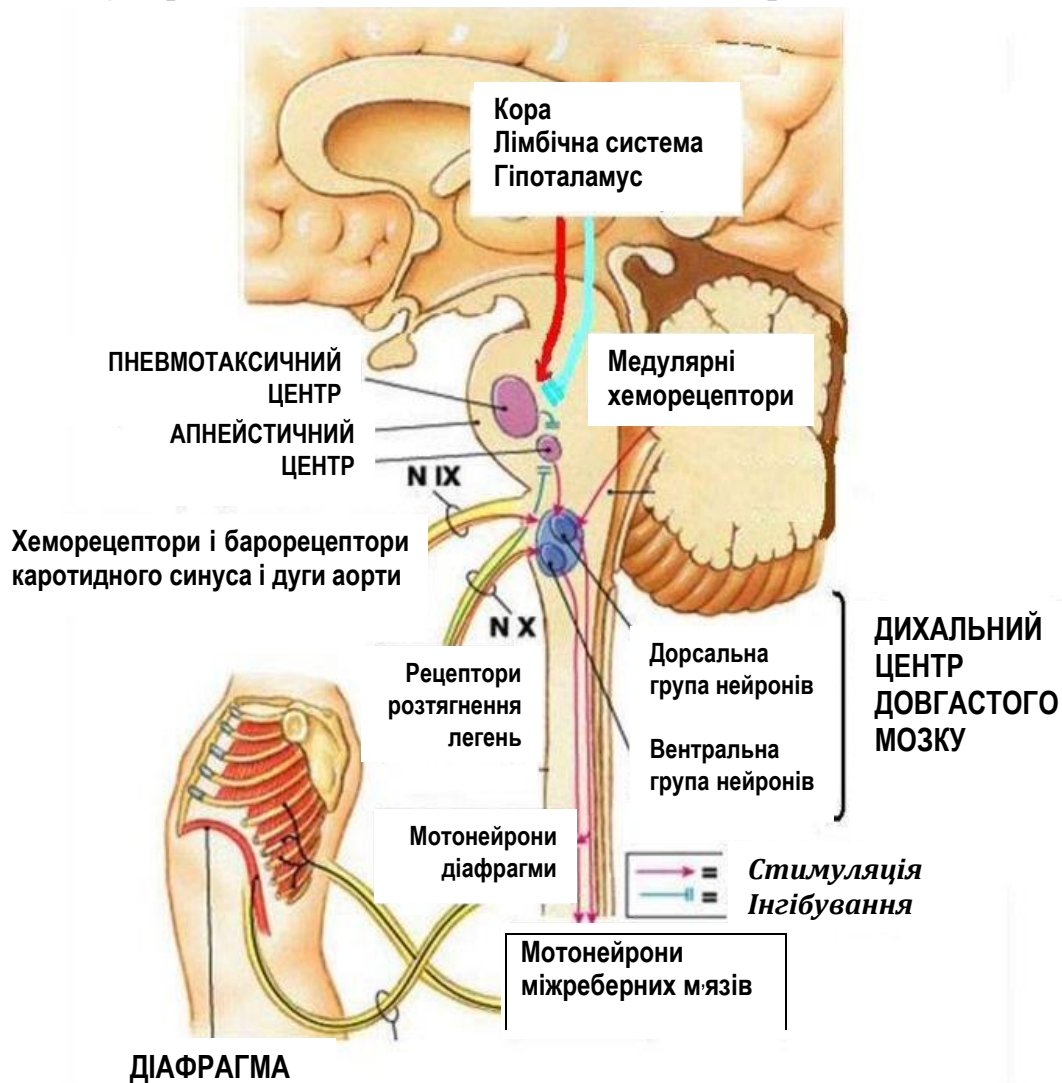


Рис. 24. Дихальний нервовий центр

(зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу <https://en.ppt-online.org/15042>)

Функції дихального центру:

- Забезпечення вдиху.
- Забезпечення видиху.
- Забезпечення автоматії дихання.
- Забезпечення пристосування параметрів дихання до умов зовнішнього середовища і діяльності організму. Наприклад, при підвищенні температури (як в навколишньому середовищі, так і в організмі) дихання частішає.

Рівні дихального центру:

1. **Спінальний** (у спинному мозку). У спинному мозку розташовані центри, що координують діяльність діафрагми і дихальних м'язів - α -мотонейрони в передніх рогах спинного мозку. Діафрагмальні нейрони - в шийних сегментах, міжреберні - в грудних. При перерізці провідних шляхів між спинним і головним мозком дихання порушується, тому що спінальні центри не володіють автономністю (тобто самостійністю) і не підтримують автоматію дихання.

2. **Бульбарний** (у довгастому мозку) - основний відділ дихального центру. У довгастому мозку і варолієвому мості розташовуються 2 основних види нейронів дихального центру – інспіраторні (нейрони вдиху) і експіраторні (нейрони видиху)(Рис.24а).

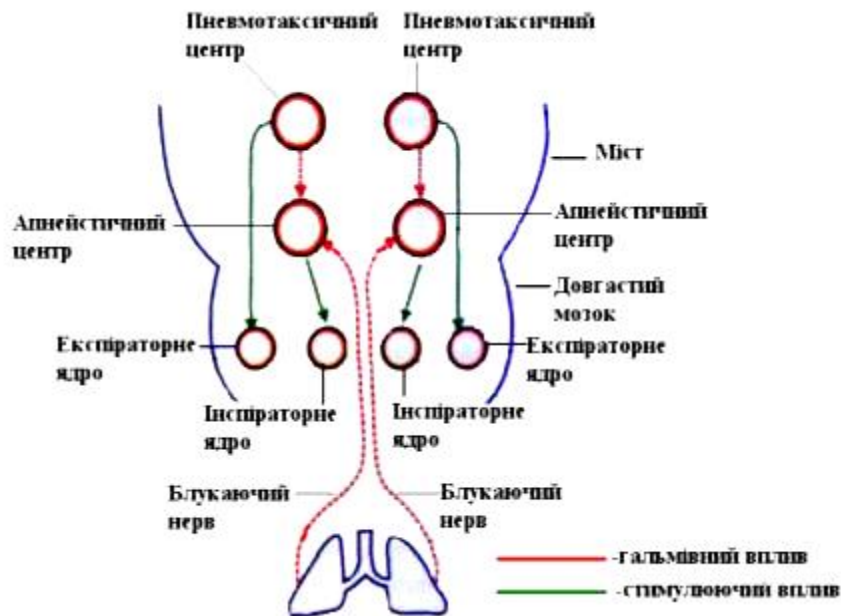


Рис.24а Дихальний центр заднього мозку

(зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу

http://www.medcollege.te.ua/say11/Lecturs/Lekcia%20n_fiziologia/Lekcia%20n_fiziologia_UKR/Transport.htm)

На бульбарному рівні (тобто в довгастому мозку) можна виділити **пневмотаксичний центр**, розташований на рівні варолієвого мосту, вище інспіраторних і експіраторних нейронів. Цей центр регулює їх активність і

забезпечує зміну вдиху і видиху. Інспіраторні нейрони забезпечують вдих і одночасно від них збудження надходить в пневмотаксичний центр. Звідти збудження біжить до експіраторних нейронів, які збуджуються і забезпечують видих. Якщо перерізати шляхи між довгастим мозком і варолієвим мостом, то зменшиться частота дихальних рухів, за рахунок того, що зменшується активуюча дія ПТДЦ (пневмотаксичного дихального центру) на інспіраторні і експіраторні нейрони. Це також призводить до подовження вдиху за рахунок тривалого збереження гальмівного впливу експіраторних нейронів на інспіраторні.

Бульбарний відділ дихального центру є головним, він забезпечує автоматію дихання, але його діяльність може змінюватися під впливом гуморальних і рефлекторних чинників.

3. **Супрапонтіальний** (тобто "надмостовий") - включає в себе кілька областей проміжного мозку.

Гіпоталамічна область - при подразненні викликає гіперпноє - збільшення частоти дихальних рухів і глибини дихання. Задня група ядер гіпоталамуса викликає гіперпноє, передня група діє протилежним чином. Саме за рахунок дихального центру гіпоталамуса дихання реагує на температуру навколишнього середовища. Гіпоталамус разом з таламусом забезпечує зміну дихання при емоційних реакціях. Таламус - забезпечує зміну дихання при больових відчуттях. Мозочок - пристосовує дихання до м'язової активності.

4. **Кортікальний** - моторна і премоторна зона кори великих півкуль головного мозку. Забезпечує умовно-рефлекторну регуляцію дихання. Всього за 10-15 поєднань можна виробити дихальний умовний рефлекс. За рахунок цього механізму, наприклад, у спортсменів перед стартом виникає гіперпноє. Асратян Е.А. у своїх досліджах видаляв у тварин ці області кори. При фізичному навантаженні в них швидко виникала задишка - диспноє тому, що їм не вистачало цього рівня регуляції дихання. Дихальні центри кори дають можливість довільної зміни дихання.

Основна (робоча) частина дихального нервового центру розташована в довгастому мозку (рис.25).

У ній розрізняють два відділи: **інспіраторний (центр вдиху)** і **експіраторний (центр видиху)**.

Дорсальна група дихальних нейронів довгастого мозку складається переважно з інспіраторних нейронів. Вони частково дають потік низхідних шляхів, що вступають в контакт з мотонейронами діафрагмального нерва.

Вентральна група дихальних нейронів посилає переважно низхідні волокна до мотонейронів міжреберних м'язів.

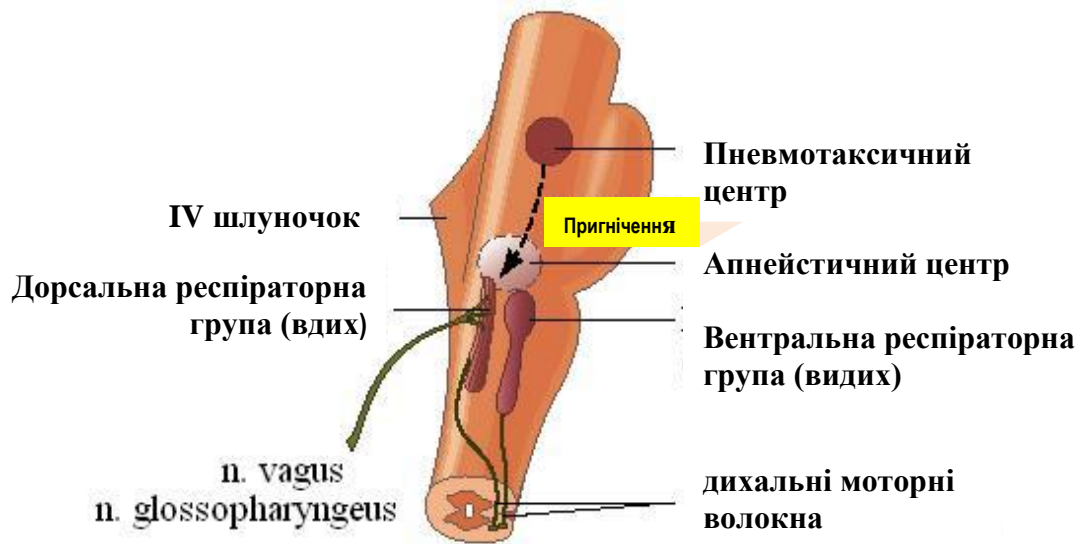


Рис. 25. Дихальний нервовий центр довгастого мозку
(зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу
<http://abitur-design.ru/dixatelnij-centr-prodolgovotogo-mozga-v-sostoyanii-pokooya-posilaet-impulsi-k>)

Нейрони дихального центру

Дорсальне ядро входить до складу сірої речовини, що оточує одиночний пучок. Це ядро містить нейрони, що збуджуються при інспірації.

Інспіраторні нейрони (нейрони вдиху) - збуджуються за 0,01-0,02 с до початку активного вдиху. Під час вдиху в них збільшується частота імпульсів, а потім миттєво припиняється. В ньому можна виділити два основних типи нейронів:

- **I альфа (I α)** - нейрони (збуджуються тільки при вдиху);
- **I бета (I β)** - нейрони (збуджуються одночасно з I-альфа і при паузі останніх). I α -нейрони є типовими інспіраторними нейронами. Одночасно з цим збудження I α -нейронів передається до I β -нейронів. Однак ці нейрони не передають свої імпульси до мотонейронів діафрагми, їх збудження призводить до гальмування активності інспіраторних I α -нейронів.

Окрім того інспіраторні нейрони можна поділити:

- За впливом на інші нейрони:
 - гальмівні (припиняють вдих)
 - полегшуючі (стимулюють вдих).
- За часом збудження:
 - ранні (за кілька сотих секунди до вдиху)
 - пізні (активні в процесі всього вдиху).

- За зв'язками з експіраторними нейронами:
 - в бульбарному дихальному центрі
 - в ретикулярній формації довгастого мозку.

У дорсальному ядрі довгастого мозку 95% - інспіраторні нейрони, у вентральному - 50%. Нейрони дорсального ядра пов'язані з діафрагмою, а вентральні - з міжреберними м'язами.

Експіраторні нейрони (нейрони видиху) - збудження виникає за декілька сотих секунди до початку видиху. Вентральна група містить експіраторні Е-нейрони у каудальній частині дихального центру, інспіраторні І-нейрони – у його середній частині, та Е-нейрони – на ростральному кінці. Деякі з цих нейронів проникають у дихальні мотонейрони; ті ж, що містяться на ростральному кінці групи, відповідають за гальмування І-нейронів під час видиху. Розрізняють:

- ранні,
- пізні,
- експіраторно-інспіраторні.

У дорсальному ядрі 5% нейронів є експіраторними, а у вентральному - 50%. У цілому експіраторних нейронів значно менше, ніж інспіраторних. Виходить, що вдих важливіше видиху.

Автоматію дихання забезпечують комплекси з 4-х нейронів з обов'язковою присутністю гальмівних.

Дихальні інспіраторні і експіраторні нейрони мають вихід не тільки на дихальні м'язи, а й на інші ядра довгастого мозку. Наприклад, при порушенні дихального центру реципрокно гальмується центр ковтання і в той же час, навпаки, збуджується судинно-руховий центр регуляції серцевої діяльності [15].

Важливою частиною дихального нервового центру є група нейронів шийного відділу спинного мозку (III-IV шийні сегменти), де розташовані ядра діафрагмальних нервів (рис.24).

До моменту народження дитини дихальний центр здатний давати ритмічну зміну фаз дихального циклу, але ця реакція дуже недосконала. Справа полягає в тому, що до народження дихальний центр ще не сформований, його формування закінчується до 5-6 року життя. Це підтверджується тим, що саме до цього періоду життя дітей дихання у них стає ритмічним і рівномірним. У новонароджених воно нестійке як по частоті, так і по глибині і ритму. У них дихання діафрагмальне і практично мало відрізняється під час сну і активного неспання (частота від 30 до 100 за хвилину). У дітей 1 року кількість дихальних рухів вдень у межах 50-60, а вночі - 35-40 за хвилину, нестійке і діафрагмальне. У віці 2-4 років - частота стає в

межах 25-35 і носить переважно діафрагмальний тип. У 4-6 - річних дітей частота дихання 20-25, змішане - грудне і діафрагмальне. До 7 -14 років досягає рівня 19-20 за хвилину, воно є в цей час змішаним. Таким чином, остаточне формування нервового центру практично відноситься до цього вікового періоду.

Головною особливістю дихального центру є *періодичність* його діяльності, внаслідок якої збудження нейронів періодично змінюється на їх гальмування. Основна роль у цьому процесі належить нейронам дорсального ядра. Вважають, що своєрідним "водієм ритму" є I^{α} -нейрони. Від них збудження надходить до трьох відділів ЦНС: до мотонейронів шийного відділу спинного мозку, до інспіраторних нейронів вентрального ядра і до I^{β} -нейронів, розташованих тут же у дорсальному ядрі. Функція I^{β} -нейронів полягає у гальмуванні I^{α} -нейронів і припиненні вдиху. Однак для "вимикання" I^{α} -нейронів необхідно, щоб рівень збудження I^{β} -нейронів досягав визначеної критичної межі.

Як же відбувається збудження дихального центру? Один з найважливіших шляхів його збудження - це *автоматія*. Єдиної точки зору на природу автоматії немає. Але є дані про те, що в нервових клітинах дихального центру можливе виникнення вторинної деполяризації (за принципом діастолічної деполяризації в серцевому м'язі) яка, досягаючи критичного рівня, і дає новий імпульс. *Пейсмейкерні нейрони* (нейрони - "творці ритму") забезпечують автоматичне виникнення збудження в дихальному центрі навіть в тому випадку, коли не подразнюються дихальні рецептори.

Гальмівні нейрони забезпечують автоматичне пригнічення цього збудження через певний час.

У дихальному центрі використовується принцип реципрокної (тобто взаємовиключення) взаємодії двох центрів: вдиху і видиху. Їх збудження знаходиться в обернено пропорційній залежності. Це означає, що збудження одного центру (наприклад, центру вдиху) гальмує пов'язаний із ним другий центр (центр видиху) [15].

Однак одним із основних шляхів збудження дихального нервового центру є його подразнення вуглекислотою. Раніше ми відзначили, що вуглекислоти багато залишається в крові, що відтікає від легень. Вона і виконує функцію основного подразника нервових клітин довгастого мозку. Це опосередковується через спеціальні утворення - *хеморецептори*, розташовані безпосередньо в структурах довгастого мозку («*центральні хеморецептори*») (рис.26). Вони дуже чутливі до напруги вуглекислого газу і кислотно-лужного стану міжклітинної мозкової рідини, що омиває їх (табл.2) [2,4,7].

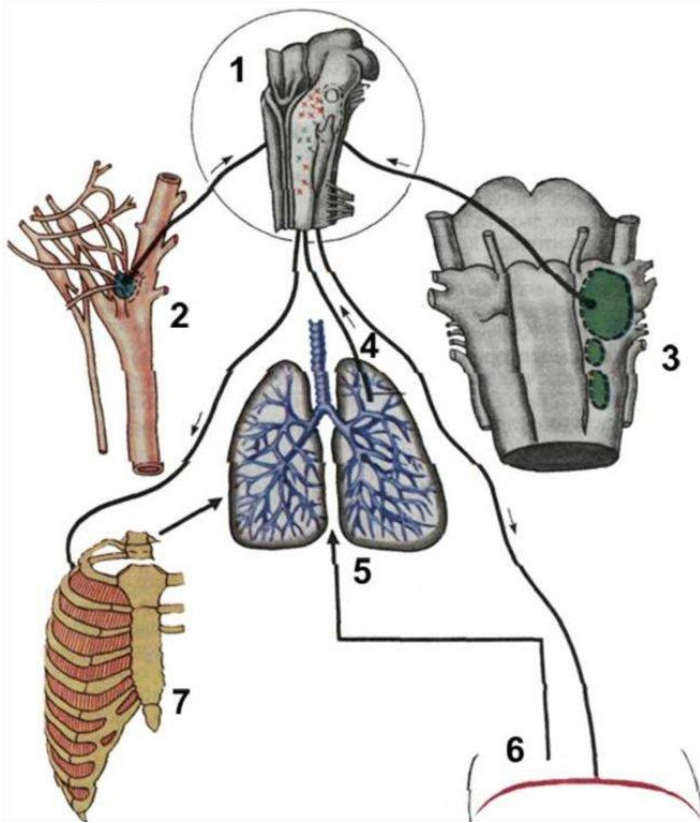


Рис. 26. Найважливіші ланки системи регуляції дихання:

(зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу <https://ppt-online.org/39731>)

- 1-центральный дихальний механізм (показана проекція нейронів вентральної дихальної групи на нижню поверхню довгастого мозку),
- 2-артеріальні хеморецептори (каротидний гломус),
- 3-бульбарні хемочутливі зони,
- 4-легеневі механорецептори,
- 5-легені,
- 6-діафрагма,
- 7-міжреберні м'язи.

Таблиця 2. Основні хеморецептори ситеми дихання

Рецептори	Локалізація	Характеристика
Центральні	Вентральна поверхня довгастого мозку	Реагують на зміну pH, pCO ₂
Периферичні	Біфуркація сонних артерій, дуга аорти	Реагують на зниження pO ₂ і pH, ріст pCO ₂

Вуглекислота може легко дифундувати із кровоносних судин головного мозку в спинномозкову рідину і стимулювати хеморецептори довгастого мозку. Це ще один шлях збудження дихального центру. Нарешті, його збудження може здійснюватися і рефлексорно (рис.26а).

Усі рефлекс, що забезпечують регуляцію дихання можна умовно розділити на: власні і поєднані.

Власні рефлекс дихальної системи - це такі рефлекс, які беруть початок в органах дихальної системи і в ній же закінчуються. В першу чергу, до цієї групи рефлексів слід віднести рефлексорний акт з *механорецепторів легень* (рис.27.). Залежно від локалізації і виду подразнень, які вони сприймають, характеру рефлексорних відповідей на подразнення розрізняють три види таких рецепторів: рецептори розтягування, іритантні рецептори і юстакапільярні рецептори легень.

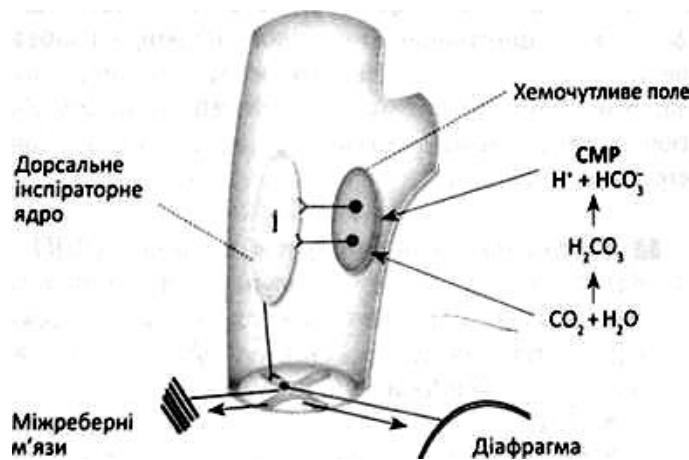


Рис.26а. Роль центральних хеморецепторів в регуляції дихання.

(зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу
https://studbooks.net/80781/meditsina/reflektornaya_regulyatsiya_dyhaniya)

Рецептори розтягнення легень знаходяться переважно в гладких м'язах повітряноносних шляхів (трахеї, бронхах). Таких рецепторів у кожній легені близько 1000 і пов'язані вони з дихальним центром великими мієліновими аферентними волокнами блукаючого нерва з високою швидкістю проведення. Безпосереднім подразником цього типу механорецепторів є внутрішнє напруження в тканинах стінок повітряноносних шляхів. При розтягуванні легень під час вдиху частота цих імпульсів зростає. Роздування легень викликає рефлекторне гальмування вдиху і перехід до видиху. При перерізці блукаючих нервів ці реакції припиняються і дихання стає уповільненим і глибоким. Зазначені реакції називають рефлексом Герінга-Брейера (рис.26б).

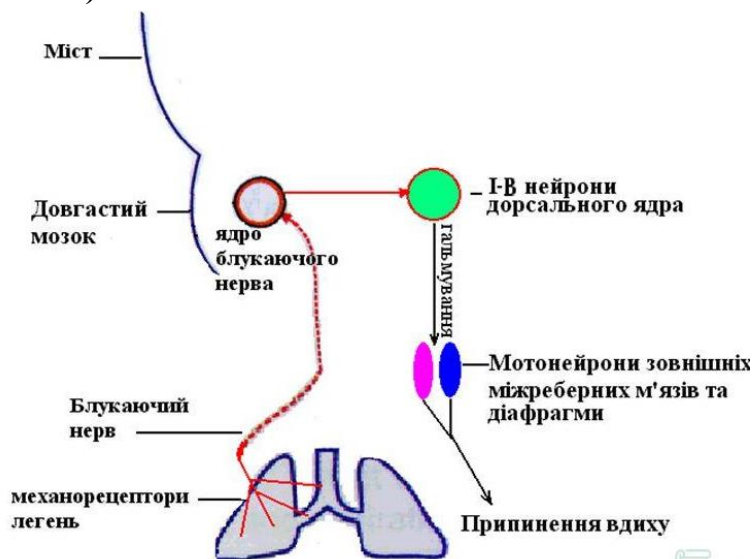


Рис.26б. Рефлекс Герінга-Брейера

(зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу
https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789/39244/1/Regulation%20of%20respiration_Garbuzova.pdf)

Цей рефлекс відтворюється у дорослої людини, коли дихальний обсяг перевищує 1 л (при фізичному навантаженні, наприклад). Він має велике значення у новонароджених [7].

Іритантні рецептори або механорецептори повітряних шляхів, що швидко адаптуються, рецептори слизової оболонки трахеї і бронхів. Вони реагують на різкі зміни обсягу легень, а також при дії на слизову трахеї і бронхів механічних або хімічних подразників (пилових частинок, слизу, парів їдких речовин, тютюнового диму і т.д.). На відміну від легеневих рецепторів розтягування іритантні рецептори володіють швидкою адаптацією.

При потраплянні в дихальні шляхи найдрібніших сторонніх тіл (пилу, частинок диму), активація іритантних рецепторів викликає у людини кашльовий рефлекс. Його рефлекторна дуга така - від рецепторів інформація через верхньогортанний, язикоглотковий, трійчастий нерв іде до відповідних структур мозку, що відповідає за видих (терміновий видих - **кашель**). Якщо ізольовано збуджуються рецептори носових дихальних шляхів, то це викликає інший терміновий видих – **чхання** (рис.26в).

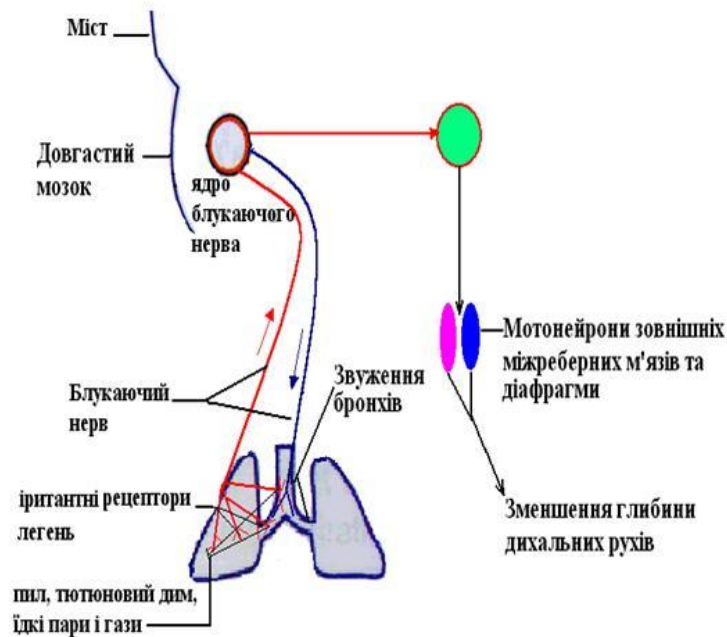


Рис.26в. Регуляція дихання при подразненні іритантних рецепторів

(зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу

http://www.medcollege.te.ua/sayt1/Lecturs/Lekcia%20n_fiziologia/Lekcia%20n_fiziologia_UKR/Transport.htm)

Юкстаканілярні рецептори - розташовані поблизу капілярів альвеол і дихальних бронхів. Подразником цих рецепторів є підвищення тиску в малому колі кровообігу, а також збільшення обсягу інтерстиціальної рідини в легенях. Це спостерігається при застої крові в малому колі кровообігу, набряку легенів,

пошкодження легеневої тканини (наприклад, при пневмонії). Імпульси від цих рецепторів спрямовуються до дихального центру по блукаючому нерву, викликаючи появу частого поверхневого дихання. При захворюваннях викликає відчуття задишки, утрудненого дихання. Може бути не тільки прискорене дихання (тахіпное), але і рефлекторне звуження бронхів.

Ще розрізняють велику групу власних рефлексів, які беруть свій початок від пропріорецепторів дихальної мускулатури. Рефлекс від *пропріорецепторів міжреберних м'язів* здійснюється під час вдиху, коли ці м'язи скорочуються, посилають інформацію через міжреберні нерви до експіраторного відділу дихального центру і в результаті настає видих. Рефлекс від *пропріорецепторів діафрагми* здійснюється у відповідь на її скорочення під час вдиху, в результаті інформація надходить по діафрагмовим нервам спочатку в спинний, а потім в довгастий мозок в експіраторний відділ дихального центру і настає видих.

Таким чином, всі власні рефлекси дихальної системи здійснюються під час вдиху і закінчуються видихом.

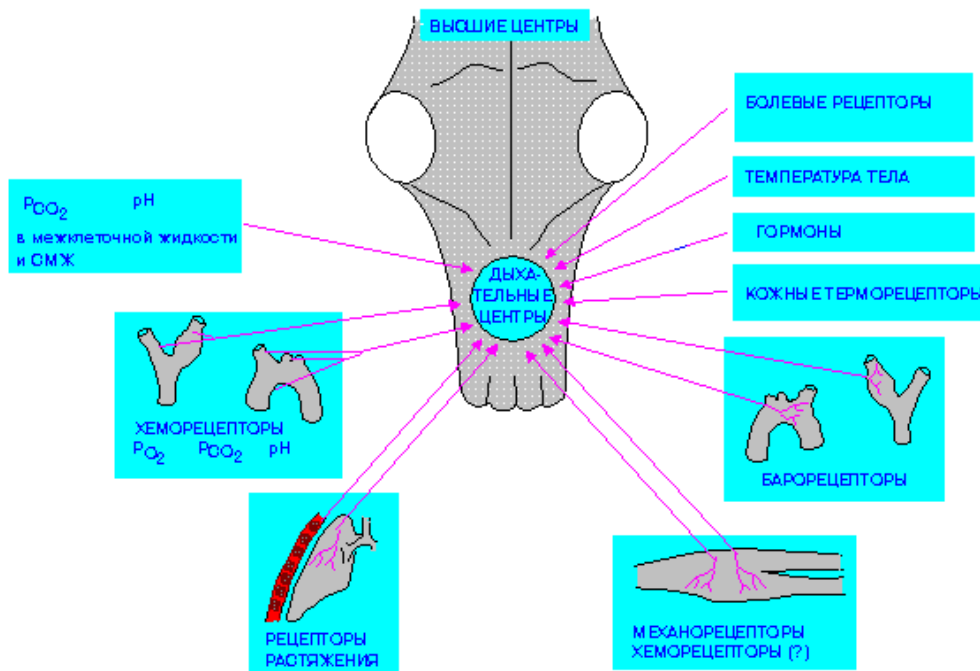


Рис.27. Загальна схема центральних і периферичних факторів, що впливають на дихання (Schmidt R.F., Thews G., «Human Physiology», 1983)

(зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу <https://studfiles.net/preview/2910038/page:2/>)

Поєднані рефлекси дихальної системи - це рефлекси, які починаються за її межами. До цієї групи рефлексів, перш за все, відноситься рефлекс на поєднання діяльності системи кровообігу і дихання. Такий рефлекторний акт починається від периферичних хеморецепторів судинних рефлексогенних зон (рис.26, 27а).

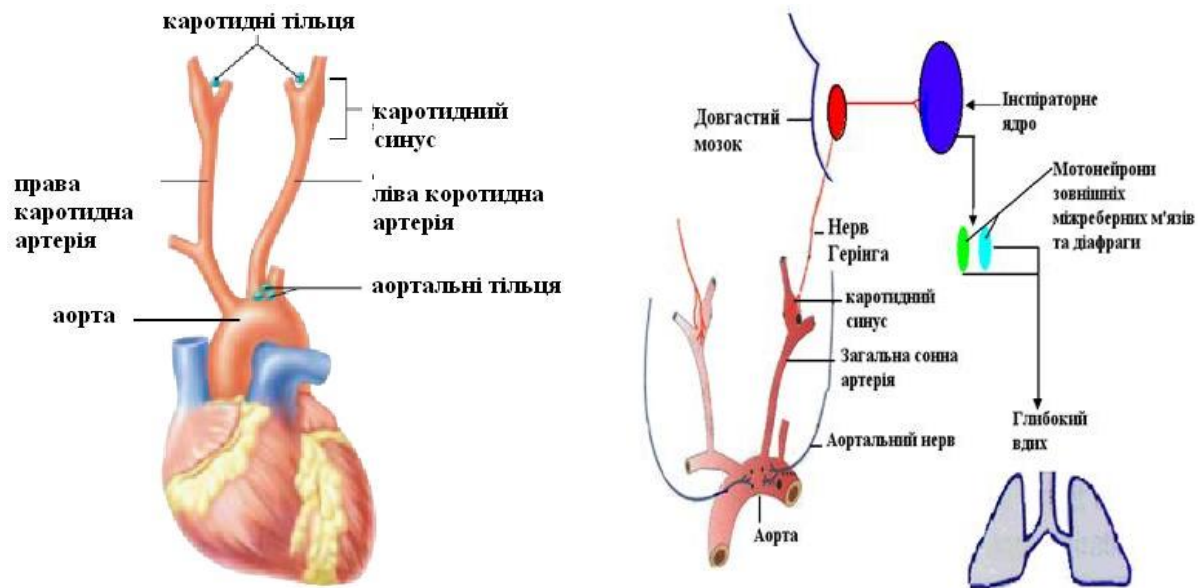


Рис. 27а. Периферичні хеморецептори судинних рефлексогенних зон

(зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу

http://www.medcollege.te.ua/sayt1/Lecturs/Lekcia%20n_fiziologia/Lekcia%20n_fiziologia_UKR/Transport.htm)

Найбільш чутливі з них знаходяться в ділянці синокаротидної зони.

Синокаротидний хеморецептивний поєднаний рефлекс - здійснюється при накопиченні вуглекислого газу в крові. Якщо його напруга зростає, то відбувається збудження найбільш високозбудливих хеморецепторів (а вони саме в цій зоні і знаходяться в синокаротидних тільцях), хвиля збудження, що виникає, йде від них по ІХ парі черепно-мозгових нервів і досягає експіраторного відділу дихального центру. Виникає видих, який і підсилює викид зайвої вуглекислоти в навколишній простір. Таким чином, система кровообігу (вона, до речі, при здійсненні цього рефлексорного акту також працює більш інтенсивно, зростає частота серцевих скорочень, швидкість кровотоку) впливає на діяльність системи дихання.

Іншим різновидом поєднаних рефлексів дихальної системи є численна група **екстероцептивних рефлексів**. Вони беруть свій початок від тактильних (згадайте реакцію дихання на дотик), температурних (тепло - збільшує, холод - зменшує дихальну функцію), больових (слабкі і середньої сили подразники - підсилюють, сильні - пригнічують дихання) рецепторів.

Пропріорецептивні поєднані рефлексивні дихальної системи здійснюються внаслідок подразнення рецепторів скелетних м'язів, суглобів, зв'язок. Це спостерігається при виконанні фізичного навантаження. Чому це відбувається? Якщо в стані спокою людині необхідно 200-300 мл кисню за хвилину, то при фізичному навантаженні цей обсяг повинен значно збільшитися. У цих умовах збільшується і ХОД, артеріовенозна різниця за киснем. Збільшення цих показників

супроводжується підвищенням споживання кисню. Далі все залежить від об'єму роботи. Якщо робота триває 2-3 хвилини і потужність її досить велика, то споживання кисню безперервно зростає з самого початку роботи і знижується лише після її припинення. Якщо ж тривалість роботи більше, то споживання кисню, наростаючи в перші хвилини, підтримується в подальшому на постійному рівні. Споживання кисню зростає тим більше, чим важче фізична робота.

Найбільша кількість кисню, яку організм може поглинути за 1 хвилину при гранично важкій для нього роботі, називається **максимальним споживанням кисню (МСК)**. Робота, при якій людина досягає свого рівня МСК, повинна тривати не більше 3 хвилин.

Існує багато способів визначення МСК. У людей, які не займаються спортом або фізичними вправами, величина МСК не перевищує 2,0 - 2,5л/хв. У спортсменів воно може бути вище більш ніж в два рази. **МСК є показником аеробної продуктивності організму.** Ця здатність людини здійснювати дуже важку фізичну роботу, забезпечуючи свої енергетичні витрати за рахунок кисню, що поглинається безпосередньо під час роботи. Відомо, що навіть добре тренована людина може працювати при споживанні кисню на рівні 90-95% від рівня свого МСК не більше 10-15 хвилин. Той, хто має більшу аеробну продуктивність, той досягає кращих результатів у роботі (спорті) при відносно однакової технічній та тактичній підготовленості.

Чому при фізичній роботі збільшується потреба в споживанні кисню? У цьому випадку можна виділити кілька причин: розкриття додаткових капілярів і збільшення крові в них, зрушення кривої дисоціації оксигемоглобіну вправо і вниз, збільшення температури в м'язах. Для того, щоб м'язи могли здійснювати певну роботу, їм потрібна енергія, запаси якої в них відновлюються при доставці кисню.

Таким чином, існує залежність між потужністю роботи і кількістю кисню, який потрібен для роботи. Та кількість крові, яка потрібна для роботи, називається **кисневим запитом**. Кисневий запит може досягати при важкій роботі до 15-20 л за хвилину і більше. Однак, максимум споживання кисню в два-три рази менше. Чи можна виконати роботу, якщо хвилинний кисневий запит перевищує МСК? Щоб правильно відповісти на це питання, треба згадати, для чого використовується кисень при м'язовій роботі. Він необхідний для відновлення хімічних речовин багатих енергією, які забезпечують м'язове скорочення. Кисень зазвичай взаємодіє з глюкозою, і вона, окислюючись, звільняє енергію. Але глюкоза може розщеплюватися і без кисню, тобто анаеробним шляхом, при цьому

теж виділяється енергія. Крім глюкози, є й інші речовини, здатні розщеплюватися без кисню.

Отже, робота м'язів може бути забезпечена і при недостатньому надходженні кисню в організм. Однак в цьому випадку утворюється багато кислих продуктів і для їх ліквідації потрібен кисень, бо вони руйнуються шляхом окислення. Та кількість кисню, яка потрібна для окислення продуктів обміну, що утворилися при фізичній роботі, називається **кисневим боргом**. Він виникає під час роботи і ліквідується в відновлювальному періоді після неї. На його ліквідацію йде від декількох хвилин до півтори години. Все залежить від тривалості та інтенсивності роботи. Основну роль в утворенні кисневого боргу становить молочна кислота. Щоб продовжити роботу при наявності в крові великої її кількості, організм повинен мати потужні буферні системи і його тканини повинні бути пристосовані до роботи при нестачі кисню. Таке пристосування тканин служить одним з факторів, що забезпечують високу **анаеробну продуктивність**.

Все це ускладнює регуляцію дихання при фізичній роботі, так як споживання кисню в організмі зростає і його недолік у крові призводить до подразнення хеморецепторів. Сигнали від них йдуть в дихальний центр, в результаті дихання частішає. При м'язовій роботі багато утворюється вуглекислоти, яка надходить у кров і вона може діяти на дихальний центр безпосередньо через центральні хеморецептори. Якщо недолік кисню в крові призводить переважно до зростання частоти дихання, то надлишок вуглекислоти викликає його поглиблення. При фізичній роботі обидва ці фактори діють одночасно, внаслідок чого відбувається і частоти і глибини дихання. Нарешті, імпульси, що йдуть від м'язів, які працюють, досягають дихального центру і підсилюють його роботу.

При функціонуванні дихального центру всі його відділи функціонально взаємопов'язані. Це досягається наступним механізмом. При накопиченні вуглекислоти збуджується інспіраторний відділ дихального центру, від нього інформація йде в пневмотаксичний відділ центру, потім до експіраторного його відділу. Останній, крім того, збуджується за рахунок цілої гами рефлексорних актів (з рецепторів легенів, діафрагми, міжреберних м'язів, дихальних шляхів, хеморецепторів судин). Внаслідок його збудження через спеціальний гальмівний ретикулярний нейрон пригнічується діяльність центру вдиху і на зміну йому приходить видих. Так, як центр вдиху гальмується, то він не посилає далі імпульси в пневмотаксичний відділ, а від нього припиняється потік інформації до центру видиху. До цього моменту накопичується в крові вуглекислота і

знімаються гальмівні впливи з боку експіраторного відділу дихального центру. Внаслідок такого перерозподілу потоку інформації збуджується центр вдиху і настає вдих на зміну видиху. І все знову повторюється.

Важливим елементом в регуляції дихання є блукаючий нерв. Саме через його волокна йдуть основні впливи на центр видиху. Тому в разі його пошкодження (також як і при пошкодженні пневмотаксичного відділу дихального центру) дихання змінюється так, що вдих залишається нормальним, а видих різко зтягується. Такий тип дихання називають *вагус-диспное* (рис.28) [2].

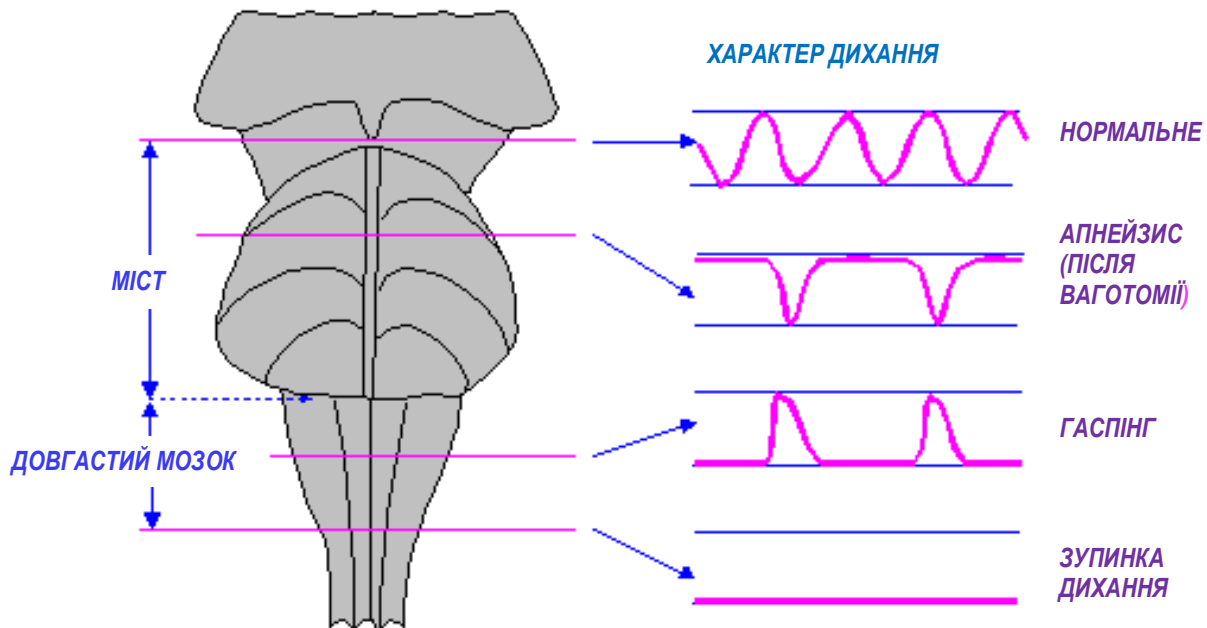


Рис. 28. Вплив перерізків на різних рівнях стовбура мозку на дихання (вентральна поверхня стовбура мозку) (Schmidt R.F., Thews G., «Human Physiology», 1983)

(зображення з вільного доступу інтернет-ресурсу <http://present5.com/kafedra-normalnoj-fiziologii-fiziologiya-dyxaniya-regulyaciya-dyxaniya/>)

Ми вже відзначали вище, що при підйомі на висоту відбувається збільшення легеневої вентиляції, обумовлене стимуляцією хеморецепторів судинних зон. Одночасно з цим зростає частота серцевих скорочень і ХОД. Ці реакції дещо покращують кисневий транспорт в організмі, але ненадовго. Тому при тривалому перебуванні в горах у міру адаптації до хронічної гіпоксії початкові (термінові) реакції дихання поступово поступаються місцем більш економним пристосуванням газотранспортної системи організму. Так, у постійних жителів великих висот реакція дихання на гіпоксію виявляється різко ослабленою (*гіпоксична глухота*) і легенева вентиляція підтримується майже на тому ж рівні, що і у жителів рівнин. Зате при тривалому проживанні в умовах високогір'я зростає ЖЄЛ, підвищується КЄК, у м'язах стає більше міоглобіну, у

мітохондріях посилюється активність ферментів, що забезпечують біологічне окислення і гліколіз. У людей, що живуть у горах, крім того, знижена чутливість тканин організму, зокрема, центральної нервової системи, до недостатнього постачання киснем [5].

На висотах понад 12000 м тиск повітря дуже малий і в цих умовах навіть дихання чистим киснем не вирішує проблеми. Тому при польотах на цій висоті необхідні герметичні кабіни (літаки, космічні кораблі).

Людині іноді доводиться працювати і в умовах підвищеного тиску (водолазні роботи). На глибині в крові починає розчинятися азот і при швидкому підйомі з глибини він не встигає виділятися з крові, газові бульбашки викликають емболію судин. Стан, що виникає при цьому, називається *кесонною хворобою*. Вона супроводжується болями в суглобах, запамороченням, задишкою, втратою свідомості. Тому азот в сумішах повітря замінюють нерозчинними газами (наприклад, гелієм).

Людина може довільно затримувати дихання не більше ніж на 1-2 хвилини. Після попередньої гіпервентиляції легень ця затримка дихання збільшується до 3-4 хвилин. Однак затяжне, наприклад, пірнання після гіпервентиляції таїть у собі серйозну небезпеку. Швидке падіння оксигенації крові може викликати раптову втрату свідомості, а в цьому стані плавець (навіть досвідчений) під впливом стимулу, викликаного зростанням парціальної напруги вуглекислоти в крові, може вдихнути воду і захлинутися (потонути) [2].

Перший вдих дитини, причини його виникнення. У внутрішньоутробному періоді розвитку легені не є органом зовнішнього дихання плода, цю функцію виконує плацента. Але задовго до народження з'являються дихальні рухи, які необхідні для нормального розвитку легенів. Легені до початку вентиляції заповнені рідиною (близько 100 мл).

Народження викликає різкі зміни стану дихального центру, що призводять до початку вентиляції. Перший вдих настає через 15-70 сек після народження, зазвичай після стискання пуповини, іноді - до нього, тобто відразу після народження. Фактори, що стимулюють перший вдих:

➤ наявність в крові гуморальних подразників дихання: CO_2 , H^+ і недолік O_2 . У процесі пологів, особливо після перев'язки пуповини, напруга CO_2 і концентрація H^+ зростають, посилюється гіпоксія. Але самі по собі гіперкапінія, ацидоз і гіпоксія не пояснюють настання першого вдиху. Можливо, що у новонароджених невеликі рівні гіпоксії можуть збуджувати дихальний центр, діючи безпосередньо на тканину мозку.

- Не менш важливий фактор, що стимулює перший вдих, - різке посилення потоку аферентних імпульсів від рецепторів шкіри (холодових, тактильних), пропріорецепторів, вестибулорецепторів наступає в процесі пологів і відразу після народження. Ці імпульси активують ретикулярну формацію стовбура мозку, яка підвищує збудливість нейронів дихального центру.
- Стимулюючим фактором є усунення джерел гальмування дихального центру. Подразнення рідиною рецепторів, що розташовані в області ніздрів, сильно гальмує дихання (рефлекс «водолаза»). Тому, відразу при народженні голівки плоду з родових шляхів, акушери видаляють слиз і навколоплідні води з повітряних шляхів.

Таким чином, виникнення першого вдиху - результат одночасної дії ряду факторів.

Перший вдих новонародженого характеризується сильним збудженням інспіраторних м'язів, перш за все діафрагми. У 85% випадків перший вдих більш глибокий, ніж наступні, перший дихальний цикл більш тривалий. Відбувається сильне зниження внутрішньоплеврального тиску. Це необхідно для подолання сили тертя між рідиною, що знаходиться в повітряних шляхах, і їх стінкою, а також для подолання сили поверхневого натягу альвеол на межі «рідина – повітря» після попадання в них повітря. Тривалість першого вдиху 0,1-0,4 сек., а видиху в середньому 3,8 сек. Видих відбувається на тлі звуженої голосової щілини і супроводжується криком. Об'єм повітря, що видихається, менший за той, що вдихається. Це забезпечує початок формування ФЗЄ. ФЗЄ збільшується від вдиху до видиху. Аерація легень зазвичай закінчується до 2-4 дня після народження. ФЗЄ у цьому віці становить близько 100 мл. З початком аерації починається функціонувати мале коло кровообігу. Рідина, що залишилася в альвеолах, всмоктується в кровеносне русло і лімфу [13].

У новонароджених ребра розташовані з меншим нахилом, ніж у дорослих, тому скорочення міжреберних м'язів менш ефективно змінюють обсяг грудної порожнини. Спокійне дихання у новонароджених є діафрагмовим, інспіраторні м'язи працюють тільки при крику і задишці.

Новонароджені завжди дихають носом. Частота дихання незабаром після народження в середньому близько 40 за хвилину. Повітряні шляхи у новонароджених вузькі, їх аеродинамічний опір у 8 разів вище, ніж у дорослих. Легені погано розтягуються, але податливість стінок грудної порожнини висока, результатом цього є низькі величини еластичної тяги легень. Для новонароджених характерний відносно невеликий резервний обсяг вдиху і відносно великий

резервний обсяг видиху. Дихання новонароджених нерегулярне, серії частих подихів чергуються більш рідкими, 1-2 рази на 1 хвилину виникають глибокі зітхання. Можуть наступати затримки дихання на видиху (апное) до 3 і більше секунд. У недоношених може спостерігатися дихання типу Чейн-Стокса. Діяльність дихального центру координується з активністю центрів смоктання і ковтання. При годуванні частота дихання зазвичай відповідає частоті смоктальних рухів.

Вікові зміни дихання. Після народження до 7-8 років йдуть процеси диференціювання бронхіального дерева і збільшення кількості альвеол (особливо в перші три роки). У підлітковому віці відбувається збільшення об'єму альвеол.

Хвилинний об'єм дихання збільшується з віком майже в 10 разів. Але для дітей, в цілому, характерний високий рівень вентиляції легенів, який припадає на одиницю маси тіла (відносно ХОД). Частота дихання з віком зменшується, особливо сильно протягом першого року після народження. З віком ритм дихання стає більш стабільним. У дітей тривалість вдиху і видиху майже рівні. Збільшення тривалості видиху у більшості людей відбувається у підлітковому віці.

З віком удосконалюється діяльність дихального центру, розвиваються механізми, що забезпечують чітку зміну дихальних фаз. Поступово формується здатність дітей до довільної регуляції дихання. З кінця першого року життя дихання бере участь у мовній функції [13].

Роль порожнини рота у створенні мовного дихання і мовотворення. Дихальна система людини, крім своєї основної функції - забезпечення газообміну в легенях, приймає безпосередню участь у створенні звуків мови. Основними способами створення акустичних ефектів є переривання повітряного струменя ритмічними змиканнями і розмиканнями голосових зв'язок. При протіканні повітря з досить великою швидкістю через звуження, утворені в тому чи іншому місці по ходу верхніх дихальних шляхів, виникають тональні і шумові звуки.

Таким чином, мова виникає завдяки діям дихальної системи, що забезпечує необхідний тиск і потоки повітря у мовотворному тракті, і завдяки руху елементів цього тракту, що керують повітряними потоками. Органи порожнини рота, наприклад губи, язик і зуби, беруть участь у створенні акустичного ефекту, так як видих при розмові відбувається через рот. Робота дихального апарату під час формування мови називається **мовним диханням**. Нормальна мова з правильною і чіткою вимовою звуків безпосередньо пов'язана з цілісністю зубних рядів. Втрата зубів, особливо передніх, призводить до шепелявості, погіршення чіткості звуків, що вимовляються, і навіть до втрати

можливості вимови окремих з них. При цьому іноді можуть спостерігатися слиновиділення і викид слини через простір, котрий утворюється на місці відсутніх зубів. Дефекти мови можуть бути також обумовлені порушенням функції слинних залоз (сухість у роті), жувальної мускулатури (контрактура м'язів і параліч рухових нервів), скронево-нижньощелепного суглоба (контрактура нижньої щелепи), а також вродженими чи набутими дефектами органів щелепно-лищевої ділянки, аномаліями прикусу і неправильним зубним протезуванням.

Однією з головних причин порушення мовної функції є дефекти зубних рядів, особливо фронтальної ділянки зубощелепної системи. При цьому спостерігається спотворення генерації звуків, а також зміна енерговитрат в умовах мовної діяльності. У зв'язку з цим лікар-стоматолог при протезуванні повинен вибрати конструкцію протеза, при якій мовна діяльність стає оптимальною по чіткості і ясності звуків, що генеруються, і мінімальна за витратами енергії.

У людини немає специфічних, спеціально створених для мови органів. Для мовотворення вона використовує органи дихання, ковтання і жування. Однак, для голосової складової мови у людини є спеціалізований голосовий апарат (гортань і голосові зв'язки).

Органи, які беруть участь у мовотворенні, діляться на дві групи: органи дихання (легені з бронхами і трахея) і органи, які беруть безпосередню участь у звукотворенні. Серед них розрізняють:

- активні (рухливі) - здатні змінювати обсяг і форму мовного тракту, створювати в ньому перешкоди для повітря, що видихається;
- пасивні (нерухомі) - позбавлені цієї здатності.

До активних органів належать гортань, глотка, м'яке піднебіння, язик, губи.

До пасивних органів відносять - зуби, тверде піднебіння, порожнину носа і додаткові пазухи.

Всі ці утворення з точки зору периферичного механізму мовотворення можна уявити як три взаємопов'язаних відділи - *генераторний, резонаторний і енергетичний*. Розрізняють два резонатора - тоновий (до нього відноситься гортань) і шумовий (за рахунок створення щілин в порожнині рота). Два модулюючих генератори - рот і глотка і один немодулюючий - носоглотка з додатковими порожнинами. Два енергодатчика - скелетні міжреберні м'язи, м'язит діафрагми та живота, гладкі м'язи трахеобронхіального дерева.

Важливе значення в звукоутворенні мають судинні реакції в слизових

оболонках дихальних шляхів і голосового тракту. Від стану кровонаповнення даних відділів залежить резонаторна функція в процесі звукоутворення. Секреція залоз слизової оболонки дихальних шляхів і голосового тракту також надає певний вплив на мовотворення. Її посилення позначається і на резонаторній властивості голосового тракту. Так, рясна секреція в носоглотці створює утруднення для відтворення носових звуків, надає їм відтінок гнусавості. Надмірне відділення слини впливає на формування всіх звуків, де беруть участь порожнина рота, зуби, язик і губи. Ця сфера вивчення відноситься вже до стоматогенних аспектів мовотворення, на яку повинен звертати увагу лікар-стоматолог.

Одним із важливих виконавчих відділів системи мовотворення є голосовий тракт, де за рахунок артикуляції формується фонемна і шепітна складові мови. Діяльність цього відділу, в більшій своїй частині, є областю компетенції лікаря-стоматолога. Так, порушення цілісності зубних рядів, особливо різцевої групи, призводить до зміни і утруднення прит формуванні зубних звуків, при цьому може спостерігатися шепелявість, присвист і т.д. Патологічні утворення на спинці язика та в області губ призводять до утруднення відтворення звуків. На результат фонації великий вплив має змінений прикус. Особливо це проявляється при відкритому, перехресному прикусі, прогнатії і прогенії.

Порушення фонації при різних змінах у порожнині рота отримали відповідні назви. Так, порушення, пов'язане з ущелиною твердого піднебіння, називається *палатолалією*. При аномаліях будови і функції язика артикуляційні розлади, що виникають, отримали назву *глосоалалії*. Неправильна будова зубів і їх розташування в альвеолярних дугах, особливо передньої групи (різці та ікла), часто є причиною дислалій. Все це повинен враховувати лікар-стоматолог при виконанні лікувальних маніпуляцій у порожнині рота.

Хірург-стоматолог при проведенні операцій на органах порожнини рота повинен заздалегідь прогнозувати можливість порушення мовотворної функції. Особливо важливим є знання механізмів артикуляції для стоматолога-ортопеда. Виробництво зйомних протезів, особливо при великих адентіях або повній відсутності зубів, призводить до зміни артикуляційних співвідношень у порожнині рота. Це, природно, позначається і на резонуючій функції голосового апарату. Завищення прикусу при протезуванні, неправильна постановка штучних зубів і, навіть, добре виготовлений протез завжди на перших етапах звикання до нього призводять до утруднення мовотворення.

Часто у хворих зі зйомними протезами проявляються ті чи інші ознаки дислалії, які виражаються в утрудненні звукоутворення, додаткового пришіптування, шепелявості, присвистування. Все це необхідно враховувати при конструюванні і створенні зубних протезів, особливо людям, які в своїй трудовій діяльності активно використовують мову (артисти, співаки, лектори, диктори, педагоги). Відомий вислів "поставити голос" співакові, артисту, диктору або педагогу означає не що інше, як шляхом певних поведінкових прийомів налаштувати дихання і артикуляцію.

У процесі жування їжі та ковтанні харчової грудки відбуваються зміни дихання, які відносяться до захисних дихальних рефлексів. Вони проявляються в зупинці дихання. Під час ковтання щелепи змикаються, м'яке піднебіння піднімається, піднебінно-глоткові м'язи скорочуючись утворюють перегородку між ротом і носовою порожниною. Вхід в гортань закривається надгортанником, а голосові зв'язки закривають голосову щілину. Тому харчова грудка при скороченні м'язів глотки може потрапити тільки в отвір стравоходу.

Отже, *здорове дихання це - через ніс, як можна рідше, із затримкою під час вдиху і, особливо, після нього.* Подовжуючи вдих, ми стимулюємо роботу симпатичного відділу вегетативної нервової системи, з усіма наслідками, що впливають. Подовжуючи видих, ми утримуємо більше і довше в крові вуглекислоту. А це здійснює позитивний вплив на тонус кровоносних судин (знижує його), з усіма наслідками, що впливають. Завдяки цьому кисень може в такій ситуації пройти в найвіддаленіші судини мікроциркуляції, перешкоджаючи порушенню їх функції і розвитку численних захворювань.

Правильне дихання - це профілактика і лікування великої групи захворювань не тільки дихальної системи, а й інших органів і тканин! [2].

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 1[3]

Дослідження показників зовнішнього дихання

Науково-методичне обґрунтування теми.

Зовнішнє дихання — це газообмін між організмом та атмосферою. Транспорт газів здійснюється за допомогою парціального тиску: кисню в атмосфері, легенях, крові і тканинах з переходом в останні і вуглекислого газу в зворотному напрямку. *Внутрішнє дихання* — необхідність кисню і виділення вуглекислого газу клітинами.

Для стоматологів вивчення цього розділу може становити професійний інтерес із двох позицій: формування харчової грудки і ковтання, а також мовотворення.

Велике значення у формуванні харчової грудки, жуванні і ковтанні мають процеси дихання. Ротове дихання (продування повітря над їжею) під час жування зумовлює охолодження гарячої їжі в ротовій порожнині. У процесі жування їжі і проковтування грудки їжі відбуваються зміни дихання, які належать до захисних рефлексів дихання. Вони проявляються в зупинці дихання. Під час ковтання щелепи змикаються, м'яке піднебіння піднімається, скорочуються піднебінно-глоточні м'язи, утворюючи перегородку між ротом і носовою порожниною. Вхід у гортань закривається надгортанником, а голосові зв'язки закривають голосову щілину. Тому грудка їжі при скороченні м'язів глотки може потрапити лише в отвір стравоходу.

Дихальна система людини, крім своєї основної функції, бере участь в утворенні звуків мови. Органи ротової порожнини, наприклад, губи, язик і зуби беруть участь в утворенні акустичного ефекту, оскільки видих під час розмови відбувається через рот. Робота дихального апарату під час мовлення називається мовним диханням. Нормальна вимова з правильною і чіткою артикуляцією звуків тісно пов'язана з цілісністю зубних рядів. Втрата зубів, особливо передніх, зумовлює дефекти мовлення, погіршення чіткості вимови звуків і навіть призводить до втрати можливості вимови окремих із них. При цьому іноді може спостерігатися слиновиділення та викид слини через щілини, які утворюються на місці відсутності зубів.

Дефекти мовлення можуть бути також зумовлені порушенням функції слинних залоз (надмірна сухість у роті), жувальної мускулатури (контрактура м'язів, параліч рухових нервів), скронево-нижньощелепного суглоба (контрактура нижньої щелепи), а також уродженими чи набутими дефектами органів щелепно-лицевої ділянки, аномаліями прикусу та неправильним протезуванням. Порушення фонації при різноманітних змінах у ротовій порожнині мають відповідні назви. Так, порушення, пов'язане з розщілиною твердого піднебіння, називається *палатолалією*, при аномаліях будови і функції язика — *глосоалалією*. Неправильна будова зубів та їх розташування в альвеолярних дугах, особливо передньої групи (різці, ікла), часто стають причиною *дислалій*. Усе це повинен урахувати лікар-стоматолог під час виконання лікувальних заходів у ротовій порожнині.

Хірург-стоматолог, виконуючи операції на органах ротової порожнини, повинен прогнозувати порушення мовотворної функції. Особливо велике значення механізмів артикуляції для стоматолога-ортопеда. Виробництво зйомних протезів, особливо при широких адентіях чи за повної відсутності зубів, призводить до змін артикуляційних співвідношень у ротовій порожнині, що безумовно впливає і на резонуючу функцію голосового апарату і мовотворення. Завищення прикусу при протезуванні, неправильна постановка зубів і навіть добре виготовлений протез завжди на перших етапах звикання до нього призводять до утруднення мовотворення. Часто у хворих зі знімними протезами спостерігаються ті чи інші ознаки дислалій, які проявляються перешкодженням звукоутворення, додатковим

пришептуванням, шепелявістю, присвистуванням. Усе це необхідно враховувати, конструюючи і встановлюючи зубні протези, особливо людям, які в своєму трудовому процесі активно використовують мову (артисти, співаки, лектори, диктори, педагоги).

Навчальна мета.

Знати: будову і функції системи дихання, її роль в організмі, механізми зовнішнього дихання й методи його дослідження.

Уміти: дослідити показники зовнішнього дихання методом спірометрії, розрахувати за спірограмою статичні і динамічні показники зовнішнього дихання, визначити за допомогою пневмотахометра швидкість повітряного потоку; одержані результати оцінити, порівнявши з фізіологічними константами.

Для роботи необхідні: годинник із секундною стрілкою, кушетка медична, вата, спірограми, спірометр, спирт.

Робота 1. Визначити тип, частоту і ритм дихання.

За рухом грудної або черевної стінки визначити основні параметри зовнішнього дихання в стані спокою і після 20 присідань за 30 сек.

Рекомендації щодо оформлення результатів роботи: результати оформити у вигляді таблиці, в яку включити показники до і після фізичного навантаження.

У висновках: порівняти параметри зовнішнього дихання до і після фізичного навантаження і зробити висновки про вплив зовнішніх факторів на показники зовнішнього дихання у людей різної статі.

Робота 2. Визначити показники зовнішнього дихання за спірограмою у стані спокою і після фізичного навантаження.

Знайти співвідношення залишкового об'єму (ЗО) до ЖЄЛ (життєва ємкість легень), відображених у відсотках. У нормі ця величина коливається від 20 до 50%. ЗО у клініці не визначають прямим методом, у нормі він становить 25—30% від величини ЖЄЛ (рис. 29).

Рекомендації щодо оформлення результатів роботи: замалювати спірограму в протоколи та позначити показники, що досліджували. Занотувати у протоколах отримані результати.

У висновках: зробити заключення про функціональний стан зовнішнього дихання обстежуваного та відповісти на запитання, чи відповідають фактичні результати фізіологічним константам.

Робота 3. Визначити ЖЄЛ і НЖЄЛ (необхідна ЖЄЛ).

Обробити спиртом кінець спірометра, встановити стрілку спірометра на «0» шкали. У положенні «стоячи» зробити глибокий вдих, потім повний видих у спірометр.

Розрахувати НЖЄЛ за формулою:

$$\text{НЖЄЛ (чоловіки)} = [27,63 - (0,112 \times \text{вік})] \times \text{зріст (в см)}$$

$$\text{НЖЄЛ (жінки)} = [21,73 - (0,101 \times \text{вік})] \times \text{зріст (в см)}$$

Для дітей у віці 16 років (або рості нижче 150 см) НЖЄЛ розраховується:

для хлопчиків НЖЄЛ = ОО (основний обмін) x 2,3

для дівчаток НЖЄЛ = ОО (основний обмін) x 2,1

Рекомендації щодо оформлення результатів роботи: записати розрахунки і порівняти НЖЄЛ і ЖЄЛ у досліджуваних.

У висновках: оцінити ЖЄЛ досліджуваного, враховуючи, що ЖЄЛ здорових людей може відхилитися від НЖЄЛ на $\pm 20\%$. ЖЄЛ є клінічним показником функції легень, даючи інформацію як про силу дихальних м'язів, так і про інші аспекти дихання. Життєва ємкість легень залежить від віку, статі, росту, положення тіла: у вертикальному положенні вона децю більша, ніж в горизонтальному (у вертикальному положенні в легенях менше крові). ЖЄЛ залежить в значній мірі від ступеня тренуваності організму.

Зменшення ЖЄЛ більше, ніж на 20%, може вказувати на абсолютне зменшення функціонування легеневої тканини, як при захворюванні легень (непрохідність бронхіол, пухлина, пневмонія та ін.), так і при серцево-судинних захворюваннях. При цьому знижується резервний об'єм вдиху і видиху, що вказує на зменшення системи грудна клітка — легені. Величина ЗО збільшується, викликаючи збільшення ЗЄЛ, що вказує на деструктивні зміни бронхів та зниження еластичності легеневої тканини.

Робота 4. Дослідити прохідність дихальних шляхів методом вимірювання об'єму та довготи форсованого видиху за методом Вотчала-Тіффно.

За спірограмою форсованого видиху розрахувати об'єм експіраторного форсованого видиху за 1 сек (ЕФЖЄЛ) і тривалість форсованого видиху до моменту його різкого сповільнення. Для цього з моменту початку форсованого видиху відкласти 2 см, що відповідає 1 сек при швидкості руху стрічки 1200 мм/хв і опустити перпендикуляр до перетину з кривою видиху. Визначити об'єм повітря, видихнутого за 1 сек і визначити відношення її до ЖЄЛ за формулою:

$$\frac{\text{ЕФЖЄЛ (за 1 сек)} \times 100\%}{\text{ЖЄЛ}}$$

У здорових людей ця величина повинна бути не менше, ніж 70%. Тривалість форсованого видиху в нормі становить 2—4 сек.

Рекомендації щодо оформлення результатів роботи: записати розрахунки.

У висновках: за розрахунковими даними зробити висновок про прохідність дихальних шляхів у досліджуваного. Збільшення бронхіального опору вказує на набряк, гіперемію слизової оболонки, спазматичні явища гладких м'язів дихальних шляхів, нагромадження гнійного секрету та ін.

Робота 5. Визначити резерв дихання.

Резерв дихання (РД) визначається за формулою: **РД = МВЛ — ХОД.**

У нормі РД перевищує ХОД не менше ніж у 15—20 разів.

Рекомендації щодо оформлення результатів роботи: записати в протоколи розрахунки.

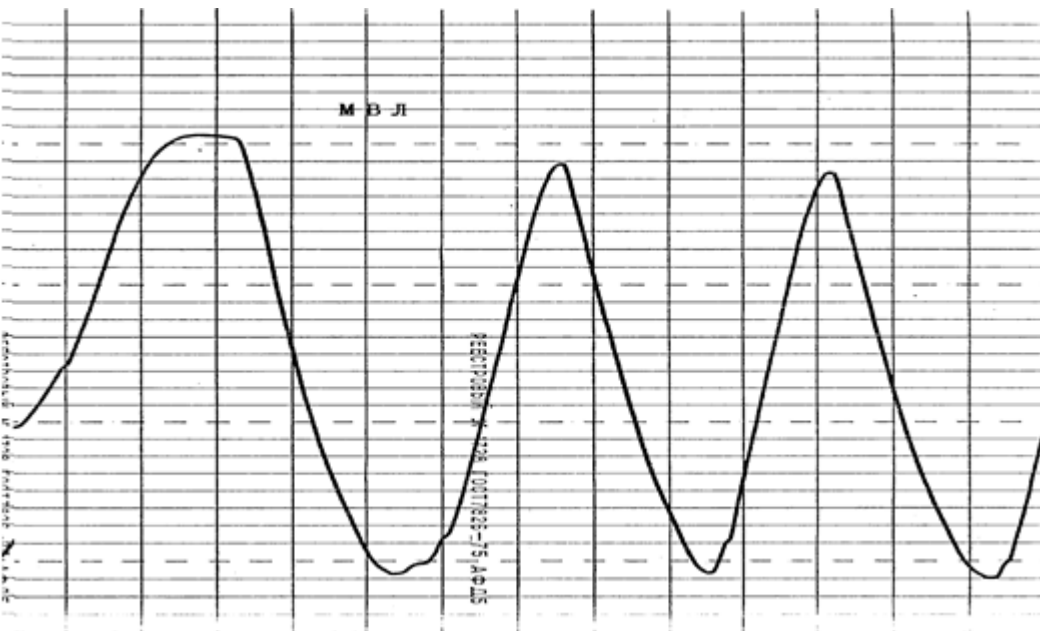
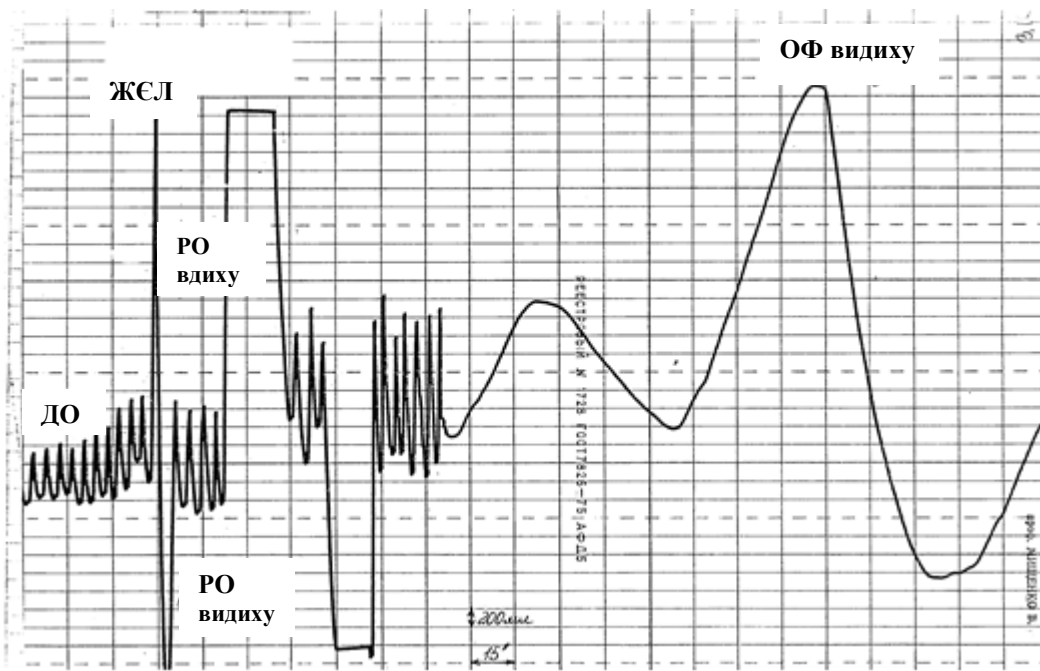


Рис. 29. Спірограма людини в стані спокою

ДО – дихальний об'єм, ЖЄЛ – життєва ємність легень, $PO_{\text{вдиху}}$ - резервний об'єм вдиху, $PO_{\text{видиху}}$ - резервний об'єм видиху, МВЛ – максимальна вентиляція легень, $OF_{\text{видиху}}$ - об'єм форсованого видиху.

У висновках: оцінити отримані показники резерву дихання, враховуючи що, у здорових людей РД становить не менше, ніж 85% МВЛ. При дихальній недостатності він зменшується до 55—60% і нижче.

Завдання для самоконтролю: дивись тести «Крок-1». ситуаційні задачі

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Вентиляція альвеол та фактори, що впливають на неї.

2. Склад вдихуваного, видихуваного і альвеолярного повітря.
3. Парціальний тиск та його значення для вентиляції.
4. Мертвий простір та його значення.
5. Роль зовнішнього дихання в процесах формування харчового клубка, жування та ковтання.
6. Роль зовнішнього дихання в мовотворенні.
7. Вплив стоматологічних захворювань на мовотворчу функцію ротової порожнини.

ЛІТЕРАТУРА

1. Філімонов В.І. Фізіологія людини в запитаннях і відповідях.- Вінниця: Нова книга, 2010.- С.177-191.
2. Гжегоцький М.Р., Філімонов В.І., Петришин Ю.С., Мисаковець О.Г. Фізіологія людини.-Київ: Книга плюс, 2005. – С. 291-299.
3. Филимонов В.И. Физиология человека в вопросах и ответах.- Винница:Новая книга, 2009.- С. 187-201.
4. Агаджанян Н.А., Тель Л.З., Циркин В.И., Чеснакова С.А. Физиология человека.- М.: Медицинская книга, Н.Новгород:Издательство НГМА, 2005.- С. 271-277.
5. Физиология человека, Т.2, под. редакцией В.М. Покровського, Г.Ф. Коротько.- Москва: Медицина, 2001.- С. 401-406.
6. Филимонов В.И. Физиология человека.- Киев: Медицина, 2008.- С. 506-514.
7. Ганонг В.Ф. Фізіологія людини. – Львів: БАК, 2002.- С.593-609.
8. Мищенко В. П. Нормальная физиология (краткий курс лекций для студентов стоматологического факультета). — Полтава, 2004. — С. 67—71, 82—85.
9. Гриппи М.А. Патологическая физиология легких.- 3-е изд.,испр.-М.;СПб: "Издательство БИНОМ"-“Невский Диалект”, 2001.- 318 с.
10. Шаболов Н.П. Неонатология: Учебник для студентов, интернов и резидентов педиатрических факультетов медицинских институтов.-Т.1.-СПб “Специальная литература”, 1997.- 496с.
11. Тарасюк В.С., Титаренко Г.Г., Паламар І.В., Титаренко Н.В. Ріст і розвиток людини.-К.:Здоров'я, 2002.-269с.
12. Фізіологія/[Шевчук В.Г., Мороз В. М., Белан С. М., Гжегоцький М. Р., Йолтухівський М. В.] ; за ред. В.Г.Шевчука.- Вінниця: Нова Книга, 2012.- 448с.
13. <http://osvita.ua/vnz/reports/biolog/27320/>
14. <http://lektsii.org/2-48638.html>
15. <http://www.studfiles.ru/preview/5601818/page:72/>
16. idruchniki.com/1534122059799/meditsina/dihannya
17. <http://bibliograph.com.ua/447/127.htm>
18. <http://www.eurolab.ua/encyclopediaua/tuberculosis-ua/42345/>
19. http://medcollege.te.ua/sayt1/Lecturs/Lekcia%20n_fiziologia/Lekcia%20n_fiziologia_UKR/Fiziologia%20dih.htm

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 2 [3]

Легенева вентиляція. Газообмін. Транспортування газів кров'ю.

Науково-методичне обґрунтування теми.

Перехід кисню з легень у кров і вихід з крові вуглекислого газу — це пасивні процеси, що характеризують другий етап дихання. Швидкість переходу газів через мембрану, яка складається з альвеолярних, судинних та кров'яних клітин і шарів різних речовин, що їх відокремлюють і вкривають, залежить від багатьох чинників. Головними з них є градієнт парціального тиску газів, товщина дифузійної мембрани, поверхня, через яку відбувається дифузія, та властивості газів.

У живої людини не можна спостерігати безпосередньо за функцією дифузійної мембрани, тому всі методи визначення дифузії ґрунтуються на виявленні результатів її, тобто визначенні показників кількості газів у венозній та артеріальній крові, їх порівнянні, а також визначенні загального поглинання кисню та виділення CO_2 організмом за показниками зовнішнього дихання.

Навчальна мета.

Знати: закони дифузії газів з одного середовища до іншого; морфологію та особливості легневих та судинних мембран, через які дифундують гази крові; форми транспорту газів кров'ю, фізико-хімічні властивості гемоглобіну та сполуки його.

Уміти: роз'яснити механізми дифузії газів на межі легені-кров та кров-тканини, а також способи транспорту газів.

Для роботи необхідні: спірограф, кисень, загубник, затискач для носа, папір для запису, вата, спирт.

Робота 1. Визначення споживання кисню за 1 хв. за допомогою спірографа.

Приєднавши герметично дихальні шляхи до приладу за допомогою загубника, утворюють замкнуту систему прилад-легені. Протягом 1 хв у стані відносного фізіологічного спокою записують спірограму. По мірі споживання кисню спірограма відхиляється вгору від вихідної лінії. Знаючи, що відхилення кривої від нульової лінії на 30 мм вгору відповідає поглинанню 1 л O_2 , можна визначити споживання O_2 за 1 хв.

Наприклад: 30 мм — 1 л O_2

6 мм — X л O_2 , звідси X л = 6 мм:30 мм = 0,2 л.

Потім швидко закривають кран приладу, обстежуваний виймає загубник з рота і присідає 20 разів протягом 30 с. Відразу ж після присідання він знову приєднується через загубник до приладу. Записують спірограму після фізичного навантаження протягом 3 хв. По закінченню дослідження за спірограмою розраховують споживання O_2 у стані спокою та після фізичного навантаження.

Рекомендації щодо оформлення результатів роботи. У вигляді таблиці записати кількість O_2 , що був спожитий у стані спокою та після фізичного навантаження. У протоколі замалювати схему спірограми.

У висновках відповісти на такі питання:

- 1) На скільки більше поглинуто кисню під час фізичної роботи?
- 2) Яка тривалість відпочинку?

Завдання для самоконтролю: дивись тести «Крок-1». ситуаційні задачі

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Дифузія та транспортування газів як етапи процесу дихання.
2. Склад атмосферного, видихуваного та альвеолярного повітря. Парціальний тиск газів.
3. Гази крові, методи дослідження. Напруга газів у артеріальній і венозній крові.
4. Зв'язування і перенесення кисню кров'ю. Киснева ємність крові.
5. Крива дисоціації оксигемоглобіну та чинники, що впливають на неї.
6. Дифузія газів у легенях. Дифузійна здатність легень та чинники, що впливають на неї.
7. Транспортування CO_2 кров'ю. Роль карбоангідази.

ЛІТЕРАТУРА

1. Філімонов В.І. Фізіологія людини в запитаннях і відповідях.- Вінниця: Нова книга, 2010.- С. 191-203.
2. Гжегоцький М.Р., Філімонов В.І., Петришин Ю.С., Мисаковець О.Г. Фізіологія людини.-Київ: Книга плюс, 2005. – С. 299-306.
3. Филимонов В.И. Физиология человека в вопросах и ответах.- Винница:Новая книга, 2009.- С. 201-214.
4. Агаджанян Н.А., Тель Л.З., Циркин В.И., Чеснакова С.А. Физиология человека.- М.: Медицинская книга, Н.Новгород:Издательство НГМА, 2005.- С. 271-277.
5. Физиология человека, Т.2, под. редакцией В.М. Покровського, Г.Ф. Коротько.- Москва: Медицина, 2001.- С. 406-420.
6. Филимонов В.И. Физиология человека.- Киев: Медицина, 2008.- С. 516-530.
7. Ганонг В.Ф. Фізіологія людини. – Львів: БАК, 2002.- С.609-614.
8. Мищенко В. П. Нормальная физиология (краткий курс лекций для студентов стоматологического факультета). — Полтава, 2004. — С. 71—75.
9. Гриппи М.А. Патофизиология легких.- 3-е изд.,испр.-М.;СПб: ”Издательство БИНОМ”-“Невский Диалект”, 2001.- 318 с.
10. Шаболов Н.П. Неонатология: Учебник для студентов, интернов и резидентов педиатрических факультетов медицинских институтов.-Т.1.- СПб “Специальная литература”, 1997.- 496с.

11. Тарасюк В.С., Титаренко Г.Г., Паламар І.В., Титаренко Н.В. Ріст і розвиток людини.-К.:Здоров'я, 2002.-269с.
12. Фізіологія/[Шевчук В.Г., Мороз В. М., Белан С. М., Гжегоцький М. Р., Йолтухівський М. В.] ; за ред. В.Г.Шевчука.- Вінниця: Нова Книга, 2012.-448 с.
13. http://8next.com/bl/3480-bl_0133.html
14. <http://intranet.tdm>
15. http://www.studfiles.ru/preview/3270285/u.edu.ua/data/kafedra/internal/normal_phiz/classes_stud/uk

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 3 [3]

Дослідження процесу регуляції дихання

Науково-методичне обґрунтування теми.

Щоб використання O_2 та утворення CO_2 відповідали різноманітним вимогам організму, пов'язаних з щоденною активністю, а величини PaO_2 і $PaCO_2$ зберігалися у вузьких фізіологічних межах, необхідні пристосувальні зміни хвилинної вентиляції. Для досягнення цього гомеостатичного ефекту існує складна система регуляції дихання.

Фізіологічна система контролю — система управління диханням організована як контур негативного зворотнього зв'язку. Газ, що вдихається, поступає до альвеол по воздухоносним шляхам до альвеол, де він приймає участь в обміні газів на рівні альвеолярно-капілярної мембрани. Рецептори реагують на інформацію про механічні явища (н-д, про наповнення легень) і гуморальних параметрах (н-д, PaO_2 та $PaCO_2$). Ця інформація інтегрується в *дихальному центрі* довгастого мозку, який модулює нервовий імпульс до мотонейронів, що інервують дихальні м'язи. Координоване збудження респіраторних мотонейронів призводить до синхронного скорочення дихальних м'язів, створюючи повітряний потік.

Коли хімічні подразнення, такі, як гіпоксія та гіперкапінія, розпізнаються хеморецепторами, їх сигнали в дихальному центрі реалізуються підвищеною нервовою імпульсацією до респіраторних мотонейронів, що викликає підвищення хвилинної вентиляції. Артеріальна гіпокапінія, навпаки викликає зменшення вентиляції.

Лікар нерідко зустрічається з ситуаціями, коли треба швидко, чітко, кваліфіковано допомогти хворому при порушенні дихання.

Знання механізмів регуляції дихання можуть знадобитися лікарю під час приймання пологів, надання допомоги утопленому або отруєному чадним газом. Ці знання стануть у пригоді під час перебування в горах, осередку пожежі тощо. Конче потрібно вміти регулювати дихання анестезіологам та реаніматологам.

Головний фізіологічний результат роботи системи регулювання дихання — підтримання оптимальної парціальної напруги газів у крові і тканинах відповідно до інтенсивності метаболізму.

Навчальна мета.

Знати: основні принципи регулювання дихання; мати уяву про структуру та діяльність дихального центра.

Уміти: визначити максимальну тривалість затримки дихання у людини під час вдиху, видиху, вдиху після гіпервентиляції і проаналізувати механізми, які впливають на тривалість затримки дихання; визначити за спірограмою, як зміняться деякі показники зовнішнього дихання (частота, ДО, ХОД) і хвилине споживання кисню у зв'язку з м'язовою роботою, проаналізувати механізми цих змін.

Для роботи необхідні: годинник з сікундною стрілкою, спірограми.

Робота 1. Провести проби з затриманням дихання на вдиху (проба Штанге) і на видиху (проба Генче) в стані спокою.

У сидячому положенні досліджуваний на висоті дуже глибокого (але не максимального) вдиху затримує дихання, затискаючи при цьому ніс. Час затримання дихання реєструється за секундною стрілкою годинника. Після встановлення спокійного дихання через 5—7 хв затримати дихання після глибокого видиху.

Оцінка проб: здорова людина може затримати дихання на глибокому вдиху на 55—60 сек (мінімум 30—40 сек), на видиху 30—40 сек (мінімум 20 сек). У молодих тренуваних людей час затримки збільшується.

Дати фізіологічну оцінку цих проб за спірограмою.

Рекомендації щодо оформлення результатів роботи. Записати результати всіх проб.

У висновках: відповісти, чому в усіх пробах різна тривалість періоду затримки.

Робота 2. Провести проби з затриманням дихання на вдиху і видиху після 20 присідань за 30 сек (проба з фізичним навантаженням).

Досліджуваний робить 20 присідань за 30 сек, відразу ж затримує дихання на вдиху, затискаючи ніздрі. Після встановлення дихання фізичне навантаження повторюється і дихання затримується на видиху.

Провести аналіз спірограм із затримкою дихання на вдиху та видиху в стані спокою та після фізичного навантаження.

Рекомендації щодо оформлення результатів роботи: дані записати у вигляді таблиці.

У висновках відповісти на запитання, як змінилося дихання у зв'язку з фізичним навантаженням.

Завдання для самоконтролю: дивись тести «Крок-1». ситуативні задачі.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Дихальний центр: будова, шляхи збудження.
2. Роль CO₂ в збудженні дихального нервового центру.
3. Гуморальні механізми збудження дихального нервового центру.
4. Рефлекторна регуляція дихання: власні та сполучені рефлекси дихальної системи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Філімонов В.І. Фізіологія людини в запитаннях і відповідях.- Вінниця: Нова книга, 2010.- С. 177-204-215.
2. Гжегоцький М.Р., Філімонов В.І., Петришин Ю.С., Мисаковець О.Г. Фізіологія людини.-Київ: Книга плюс, 2005. – С. 291-306-313.
3. Филимонов В.И. Физиология человека в вопросах и ответах.- Винница:Новая книга, 2009.- С. 187-214-227.
4. Агаджанян Н.А., Тель Л.З., Циркин В.И., Чеснакова С.А. Физиология человека.- М.: Медицинская книга, Н.Новгород:Издательство НГМА, 2005.- С. 271-279-293.
5. Физиология человека, Т.2, под. редакцией В.М. Покровського, Г.Ф. Коротько.- Москва: Медицина, 2001.- С. 401-420-442.
6. Филимонов В.И. Физиология человека.- Киев: Медицина, 2008.- С. 505-533-549.
7. Ганонг В.Ф. Фізіологія людини. – Львів: БАК, 2002.- С.593-616-622.
8. Мищенко В. П. Нормальная физиология (краткий курс лекций для студентов стоматологического факультета). — Полтава, 2004. — С. 75—82.
9. Физиология человека. Под ред. Р.Шмидта, Г.Тевса. М.:”Мир”,1996.-Т.2.- С.594-603.
10. Гриппи М.А. Патофизиология легких.- 3-е изд.,испр.-М.;СПб: ”Издательство БИНОМ”-“Невский Диалект”, 2001.- 318 с.
11. Шаболов Н.П. Неонатология: Учебник для студентов, интернов и резидентов педиатрических факультетов медицинских институтов.-Т.1.- СПб “Специальная литература”, 1997.- 496с.
12. Тарасюк В.С., Титаренко Г.Г., Паламар І.В., Титаренко Н.В. Ріст і розвиток людини.-К.:Здоров’я, 2002.-269с.
13. Фізіологія/[Шевчук В.Г., Мороз В. М., Белан С. М., Гжегоцький М. Р., Йолтухівський М. В.] ; за ред. В.Г.Шевчука.- Вінниця: Нова Книга, 2012.- 448 с.
14. <http://www.studfiles.ru/preview/3270284/>
15. http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/normal_phiz/classes_stud/uk
16. <http://bibliograph.com.ua/447/136.htm>

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №4 [3]

Розв'язування ситуаційних задач та практичні навички з фізіології системи дихання

Науково-методичне обґрунтування теми.

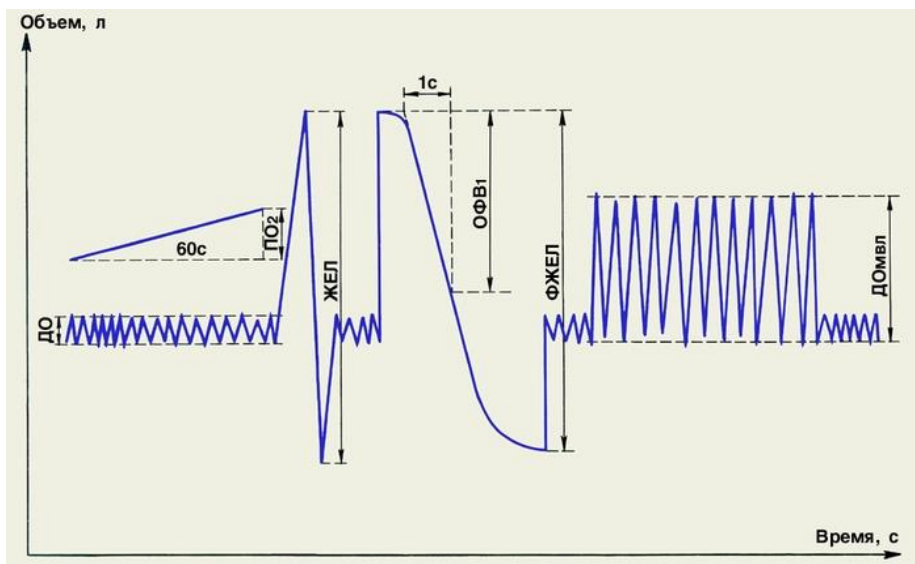
Заняття носить узагальнюючий прикладний характер і необхідне для формування цілісного уявлення про систему дихання, вміння застосовувати знання для вирішення ситуаційних завдань і виконання практичних навичок. Закріплення знань з методів дослідження і оцінки показників дихання необхідні для професійної підготовки лікаря.

Навчальні цілі:

- Пояснювати будову і функції системи дихання, його роль в організмі, механізми зовнішнього дихання і методи його дослідження, закони дифузії газів з одного середовища до іншого; морфологію і особливості легневих і судинних мембран, через які дифундують гази крові; форми транспорту газів кров'ю, фізико-хімічні властивості гемоглобіну і його сполуки, основні принципи регуляції дихання.
- Трактувати уявлення про структуру та діяльність дихального центру.
- Дослідити показники зовнішнього дихання методом спірометрії.
- Розраховувати за спірограмою статичні і динамічні показники зовнішнього дихання.
- Визначати за допомогою пневмотахометра швидкість повітряного потоку; отримані результати оцінювати, порівнюючи з фізіологічними константами.
- Пояснити механізми дифузії газів на межі «легені-кров і тканини», а також способи транспорту газів.
- Визначати максимальну тривалість затримки дихання у людини під час вдиху, видиху, вдиху після гіпервентиляції.
- Аналізувати механізми, які впливають на тривалість затримки дихання.
- Визначати за спірограмою, як зміняться деякі показники зовнішнього дихання (частота, ХОД) і хвилине споживання кисню у зв'язку з м'язовою роботою, проаналізувати механізми цих змін.

Перелік практичних навичок, які необхідно вміти виконувати:

1. Визначити тип, частоту і ритм дихання.
2. Визначити показники зовнішнього дихання за спірограмою в стані спокою і після фізичного навантаження.
3. Визначити ЖЄЛ і НЖЄЛ (необхідна ЖЄЛ).
4. Дослідити прохідність дихальних шляхів методом вимірювання об'єму та тривалості форсованого видиху за методом Вотчала-Тиффно.
5. Визначити резерв дихання.



6. Визначити споживання кисню за 1 хв. за допомогою спірометру.
7. Провести проби із затримкою дихання на вдиху (проба Штанге) і на видиху (проба Генчі) в стані спокою.
8. Провести проби із затримкою дихання на вдиху і видиху після 20 присідань за 30 сек (проба з фізичним навантаженням).

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ :

1. Значення дихання для організму, основні етапи процесу дихання, дихальний цикл, фізіологія дихальних шляхів.
2. Механізм вдиху і видиху, тиск в плевральній порожнині, його зміна при диханні, еластичні властивості легень і стінок грудної порожнини;
3. Газообмін в легенях, склад повітря, що вдихається і видихається, альвеолярного повітря; напруга газів, розчинених в крові; парціальний тиск газів (O_2 і CO_2) в альвеолярному повітрі, газообмін в тканинах.
4. Транспорт газів (O_2 і CO_2) кров'ю; фактори, що впливають на утворення і дисоціацію оксигемоглобіну, вміст O_2 і CO_2 в артеріальній і венозній крові, киснева ємність крові.
5. Криві дисоціації оксигемоглобіну і їх залежність від концентрації водневих іонів і температури.
6. Регуляція дихання, дихальний центр, структури ЦНС, що забезпечують дихальну періодику; механізми, що забезпечують ритмічну зміну дихальних фаз.
7. Вплив на частоту і глибину дихання газового складу і рН артеріальної крові.
8. Центральні і периферичні хеморецептори, їх значення в забезпеченні газового гомеостазу, зміна вентиляції легень при гіперкапнії і гіпоксії.
9. Механорецептори легень (розтягування, ірітантні, юстакапільярні), їх роль в саморегуляції дихання, рефлекс Герінга-Брейера.
10. Значення гіпоталамуса і кори великих півкуль у регуляції дихання, умовно-рефлекторна і довільна регуляція дихання.

11. Дихання при фізичній роботі, при підвищеному і зниженому атмосферному тиску, резервні можливості системи дихання, захисні дихальні рефлекси, дихання при мові.

12. Механізм першого вдиху новонародженого;

13. Особливості регуляції дихання; дозрівання дихального центру, стійкість дихального центру новонародженого до гіпоксії і низька чутливість до гіперкапнії. Дозрівання рефлексогенних зон і розвиток довільної зміни частоти і глибини дихання.

(Див. тести для підготовки до «Крок-1», ситуаційні задачі)

ЛІТЕРАТУРА

1. Філімонов В.І. Фізіологія людини в запитаннях і відповідях.- Вінниця: Нова книга, 2010.- С. 177-204-215.
2. Гжегоцький М.Р., Філімонов В.І., Петришин Ю.С., Мисаковець О.Г. Фізіологія людини.-Київ: Книга плюс, 2005. – С. 291-306-313.
3. Филимонов В.И. Физиология человека в вопросах и ответах.- Винница:Новая книга, 2009.- С. 187-214-227.
4. Агаджанян Н.А., Тель Л.З., Циркин В.И., Чеснакова С.А. Физиология человека.- М.: Медицинская книга, Н.Новгород:Издательство НГМА, 2005.- С. 271-279-293.
5. Физиология человека, Т.2, под. редакцией В.М. Покровського, Г.Ф. Коротько.- Москва: Медицина, 2001.- С. 401-420-442.
6. Филимонов В.И. Физиология человека.- Киев: Медицина, 2008.- С. 505-533-549.
7. Ганонг В.Ф. Фізіологія людини. – Львів: БАК, 2002.- С.593-616-622.
8. Мищенко В. П. Нормальная физиология (краткий курс лекций для студентов стоматологического факультета). — Полтава, 2004. — С. 75—82.
9. Физиология человека. Под ред. Р.Шмидта, Г.Тевса. М.:”Мир”,1996.-Т.2.- С.594-603.
10. Гриппи М.А. Патофизиология легких.- 3-е изд.,испр.-М.;СПб: ”Издательство БИНОМ”-“Невский Диалект”, 2001.- 318 с.
11. Шаболов Н.П. Неонатология: Учебник для студентов, интернов и резидентов педиатрических факультетов медицинских институтов.-Т.1.- СПб “Специальная литература”, 1997.- 496с.
12. Тарасюк В.С., Титаренко Г.Г., Паламар І.В., Титаренко Н.В. Ріст і розвиток людини.-К.:Здоров’я, 2002.-269с.
13. Фізіологія/[Шевчук В.Г., Мороз В. М., Белан С. М., Гжегоцький М. Р., Йолтухівський М. В.] ; за ред. В.Г.Шевчука.- Вінниця: Нова Книга, 2012.- 448 с.
14. <http://osvita.ua/vnz/reports/biolog/27320/>
15. <http://lektsii.org/2-48638.html>
16. <http://www.studfiles.ru/preview/5601818/page:72/>

- idruchniki.com/1534122059799/meditsina/dihannya
17. <http://bibliograph.com.ua/447/127.htm>
 18. <http://www.eurolab.ua/encyclopediuaa/tuberculosis-ua/42345/>
 19. http://medcollege.te.ua/sayt1/Lecturs/Lekcia%20n_fiziologia/Lekcia%20n_fiziologia_UKR/Fiziologia%20dih.htm
 20. http://8next.com/bl/3480-bl_0133.html
<http://intranet.tdm>
 21. http://www.studfiles.ru/preview/3270285/u.edu.ua/data/kafedra/internal/normal_phiz/classes_stud/uk
 22. <http://www.studfiles.ru/preview/3270284/>
 23. http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/normal_phiz/classes_stud/uk
 24. <http://bibliograph.com.ua/447/136.htm>
 25. <http://medlecture.ru/lectures/physiologia-semester-2/pages/physiologia-dyhaniya-1>
 26. <http://biofile.ru/bio/19503.html>
 27. <http://medlecture.ru/lectures/physiologia-semester-2/pages/physiologia-dyhaniya-1>
 28. <http://biofile.ru/bio/19503.html>
 29. http://www.kniga.com/books/preview_txt.asp?sku=ebooks312390
 30. http://www.telenir.net/medicina/polnaja_yenciklopedija_ozdorovlenija/p6.php

Тести для підготовки до КТІ та «Крок-1»

- 1. При аналізі спірограми у хворого 66 років встановлено зниження дихального об'єму і амплітуди дихальних рухів, яке може бути пов'язане з:**
 - *Зниженням сили скорочень дихальних м'язів
 - Газовим складом навколишнього середовища
 - Конституцією людини
 - Зростом людини
 - Масою тіла людини
- 2. У людини похилого віку спостерігається обмежена дихальна екскурсія грудної клітки, що є результатом:**
 - *Зменшення еластичності міжреберних хрящів
 - Зниження кровопостачання легень
 - Тривалого куріння тютюну
 - Зниження кількості сурфактанту
 - Підвищення кількості сурфактанту
- 3. Після операції на черевній порожнині хворий знаходиться в стані спокою в горизонтальному положенні. У цьому стані інспірація легень на 80% здійснюється, найімовірніше, за рахунок скорочення:**
 - *Діафрагми
 - М'язів живота
 - Зовнішніх міжреберних м'язів
 - Внутрішніх міжреберних м'язів
 - Великих і малих грудних м'язів

4. Тривале куріння викличе стійкий набряк слизової оболонки повітроносних шляхів, який збільшує опір руху повітря. Лікарі таким пацієнтам рекомендують дихати через рот. Чому?

- *Дихання через рот зменшує аеродинамічний опір
- Збільшується ДО
- Збільшується ЖЕЛ
- Збільшується ФЗЄ (функціональна залишкова ємність)
- Підвищується кровопостачання легенів

5. Для утворення енергії в клітині, яка використовується для її життєдіяльності, потрібно забезпечити постійне надходження кисню до мітохондрій. Етапами цього процесу є:

- *Конвекційне надходження повітря в легені і дифузія газів між альвеолами і кров'ю.
- Дифузне надходження повітря в легені і конвекція газів між альвеолами і кров'ю.
- Дифузія газів у легенях і транспорт їх кров'ю.
- Конвекційний транспорт повітря в легені і в кров.
- Нагнітання повітря в легені і дифузія газів

6. Пацієнт з горизонтального положення перейшов у вертикальне. Чи змінилася перфузія легенів кров'ю?

- *До верхніх відділів легень надходить менше крові
- До верхніх відділів легень надходить більше крові
- До середніх відділів легень надходить менше крові
- До нижніх відділів легень надходить менше крові
- Не змінилася

7. Людина зробила максимально глибокий вдих. Як називається об'єм повітря, який знаходиться у нього в легенях?

- *Загальна ємність легень
- Ємність вдиху
- Функціональна залишкова ємність легень
- Життєва ємність легень
- Дихальний об'єм

8. У людини вимірюють внутрішньоплевральний тиск. У якій фазі людина затримала дихання, якщо величина зареєстрованого тиску дорівнює "+" 6 см.вод.ст.?

- *Форсований видих
- Форсований вдих
- Спокійний видих
- Спокійний вдих
- Між вдихом та видихом

9. Верхні ділянки легень частіше уражаються туберкульозом внаслідок:

- *Переважає там вентиляції над перфузією
- Високим тиском крові в капілярах
- Переважає там перфузії над вентиляцією
- Високим тиском онкотичним
- Вираженістю артеріовенозних шунтів

10. До допоміжних інспіраторних м'язів відносяться:

- *Грудинно-ключично соскоподібні, трапецієподібні і грудні м'язи
- Грудинно-ключично соскоподібні, трапецієподібні, грудні м'язи і м'язи живота
- Діафрагма і м'язи живота
- М'язи живота
- Міжхрящеві м'язи і м'язи живота

- 11. Кров, яка відтікає від легень по легеневиx венах, несе менше кисню, ніж в ідеальних умовах. Це пов'язано з:**
- *Всі відповіді вірні
 - Нерівномірно вюентиляцією легень
 - Неоднаковою перфузією різних ділянок легень
 - Наявністю артеріовенозних шунтів
 - Домішками венозної крові з великого кола кровообігу
- 12. Найбільша кількість повітря, яку людина може видихнути після максимально глибокого вдиху, це:**
- *Життєва ємність легень
 - Загальна ємність легень
 - Функціональна залишкова ємність
 - Резервний обсяг видиху
 - Киснева ємність легень
- 13. На прохання лікаря хворий зробив максимально глибокий видих. Які з перерахованих м'язів беруть участь у такому видиху?**
- *Живота
 - Драбинчасті
 - Діафрагма
 - Грудинно-ключично-сосцеподібні
 - Трапецієподібні
- 14. У людини в стані спокою значно збільшена робота м'язів вдиху. Що з наведеного може бути причиною цього?**
- *Звуження дихальних шляхів
 - Рідке дихання
 - Збільшення внутрішньоплеврального тиску
 - Поверхнєве дихання
 - Сурфактант
- 15. У людини вимірюють внутрішньоплеврально тиск. У якій фазі людина затримала дихання, якщо величина зареєстрованого тиску дорівнює "-" 7,5 см.вод.ст.?**
- *Спокійний вдих
 - Форсований вдих
 - Спокійний видих
 - Форсований видих
 - Правильної відповіді немає
- 16. У людини гіпервентиляція внаслідок фізичного навантаження. Який з наведених показників зовнішнього дихання у неї значно більше, ніж у стані спокою?**
- *Дихальний об'єм
 - Резервний об'єм вдиху
 - Резервний об'єм видиху
 - Загальна ємність легень
 - Життєва ємність легень
- 17. Людина зробила максимально глибокий видих. Як називається об'єм повітря, який знаходиться в його легенях?**
- *Залишковий об'єм
 - Ємність вдиху
 - Функціональна залишкова ємність легень
 - Резервний об'єм видиху
 - Альвеолярний об'єм

18. Вимірюють тиск в альвеолах легенів здорової людини. Цей тиск буде дорівнювати 0 мм рт.ст. під час:

- *Паузи між вдихом і видихом
- Спокійного вдиху
- Спокійного видиху
- Форсованого вдиху
- Форсованого видиху

20. У людини в стані спокою значно збільшена робота м'язів вдиху. Що з наведеного може бути причиною цього?

- *Дефіцит сурфактанту
- Рідке дихання
- Поверхнєве дихання
- Збільшення внутрішньоплеврального тиску
- Розширення дихальних шляхів

21. У людини вимірюють внутрішньоплеврально тиск. У якій фазі людина затримла дихання, якщо величина зареєстрованого тиску дорівнює " - " 15 см.вод.ст.?

- *Форсований вдих
- Спокійний вдих
- Спокійний видих
- Форсований видих
- Правильної відповіді немає

22. Людина зробила спокійних видих. Як називається об'єм повітря, який поміщається у нього в легенях при цьому?

- *Функціональна залишкова ємність легень
- Остаточний об'єм
- Резервний об'єм видиху
- Дихальний об'єм
- Життєва ємність легень

23. У несвіжих продуктах (м'ясо, риба, консерви) може перебувати мікробний токсин ботулін. Його дія на міоневральні синапси подібна усуненню з них іонів кальцію. Чому отруєння може виявитися смертельним?

- *Внаслідок зупинки дихання через розслаблення дихальних м'язів
- За рахунок зниження збудливості дихального центру і гальмування його роботи
- За рахунок скорочення дихальних м'язів в режимі тетануса в результаті збільшення викиду медіатора
- За рахунок зменшення швидкості проведення збудження по мієлінізованим волокнам
- Через зупинку серця

24. Позитивний результат першого етапу зовнішнього дихання - це підтримування сталості

- *Газового складу альвеолярного повітря
- Коефіцієнта альвеолярної вентиляції
- Загальні ємності легень
- ЖЄЛ
- Функціональної залишкової ємності

25. У пацієнта, в положенні лежачи, визначили життєву ємність легенів. Вона виявилася на 400 мл меншою, ніж в положенні стоячи. Це пов'язано з:

- *Депонуванням крові легенями
- Зменшенням фізичного навантаження
- Зменшенням виділення сурфактанту

- Збільшенням фізіологічного мертвого простору
Збільшенням залишкового об'єму
- 26. При пульмонологічному обстеженні виникла необхідність визначити частину повітря, що обмінюється в легенях за дихальний цикл. Цей показник називається:**
- *Коефіцієнт легеневої вентиляції
 - Хвилинна легенева вентиляція
 - Дихальний коефіцієнт
 - Об'єм мертвого простору
 - Функціональна залишкова ємність
- 27. У пацієнта, який часто хворіє, встановили низький рівень сурфактанту легень. Це викликано:**
- *Курінням
 - Гормонами кори наднирникових залоз
 - Збудженням блукаючого нерва
 - Вживанням продуктів, багатих на арахідонову кислоту
 - Періодичними глибокими вдихами
- 28. Комп'ютерна спірографія серед результатів обстеження оцінила інспіраторну ємність легень. Це:**
- *Дихальний об'єм + резервний об'єм вдишу (3,5л)
 - Резервний об'єм видиху (1-1,5 л)
 - Резервний об'єм вдишу (2,5л)
 - Синонім життєвої ємності легень (4-5л)
 - Повітря в дихальних шляхах (0,15л)
- 29. У жінки 36 років з недостатнім кровопостачанням нирок в кров надійшла підвищена кількість реніну, що призвело до утворення в плазмі ангіотензину-І. При проходженні через судини якого внутрішнього органу ангіотензин І перетворюється в ангіотензин ІІ?**
- *Легень
 - Серця
 - Нирок
 - М'язів
 - Печінки
- 30. У людини вимірюють внутрішньоплеврально тиск. У якій фазі людина затримала дихання, якщо величина зареєстрованого тиску дорівнює "+" 3 см.вод.ст.?**
- *Форсований видих
 - Форсований вдих
 - Спокійний видих
 - Спокійний вдих
 - Правильної відповіді немає
- 31. Людина зробила спокійних видих. Як називається об'єм повітря, який поміщається у нього в легенях при цьому?**
- *Функціональна залишкова ємність легень
 - Резервний об'єм видиху
 - Залишковий об'єм
 - Дихальний об'єм
 - Життєва ємність легень
- 32. Нормальний вдих забезпечується скороченням основних інспіраторних м'язів:**
- *Зовнішніх міжреберних і діафрагми
 - Внутрішніх міжреберних і діафрагми

Зовнішніх і внутрішніх міжреберних
М'язів передньої стінки і діафрагми
Внутрішніх міжреберних

33. Середнє значення мертвого простору дорівнює:

*150 мл
4000 мл
1700 мл
700 мл
1500 мл

34. Яка величина внутрішньоплеврального тиску у дорослої людини в момент вдиху і в момент видиху, якщо величина атмосферного тиску дорівнює 760 мм рт.ст. :

*Вдих 753 мм рт ст. видих 756 мм рт ст.
Вдих 756 мм рт ст. видих 753 мм рт ст.
Вдих 764 мм рт ст. видих 750 мм рт ст.
Вдих 750 мм рт ст. видих 764 мм рт ст.
Вдих 760 мм рт ст. видих 761 мм рт ст.

35. До мертвого простору не можуть бути віднесені об'єми:

*Міжплевральної щілини
Порожнин трахеї і бронхів
Альвеол середніх часток легень
Невентильованих і незабезпечених кров'ю альвеол
Порожнини носа

36. Вкажіть виключення з переліку чинників, які забезпечують легеневу вентиляцію?

*Атмосферний тиск в плевральній порожнині.
Герметичність грудної порожнини і її здатність до зміни об'єму.
З'єднання альвеол з навколишнім середовищем.
Наявність в альвеолах шару, утвореного розчином сурфактанту.
Розтягування та еластичність легень

37. Об'єм повітря, який людина вдихає і видихає при спокійному диханні, носить назву:

*Дихальний об'єм.
Життєва ємність легень.
Резервний об'єм видиху.
Резервний об'єм вдиху.
Загальна ємність легень.

38. Механізм вдиху здійснюється за рахунок:

*Розширення грудної клітки, розширення легень і надходження повітря в альвеоли
Розширення грудної клітки, звуження легень і надходження повітря в альвеоли
Звуження грудної клітки, звуження легень і надходження повітря в альвеоли
Розширення грудної клітки, розширення легень і виходу повітря з альвеол
Звуження грудної клітки, розширення легень і надходження повітря в альвеоли

39. Експіраторні м'язи це:

*Внутрішні міжреберні м'язи і м'язи живота
Діафрагма, зовнішні міжреберні і м'язи живота
Діафрагма, зовнішні міжреберні і межхрящеві
Діафрагма, внутрішні міжреберні і міжхрящеві
Діафрагма, зовнішні міжреберні, межхрящеві і м'язи живота

40. Пневмоторакс супроводжується наступними змінами внутрішньоплеврального тиску (ВПТ):

*ВПТ становиться близьким 0 мм.рт. ст.

ВПТ становиться позитивним.
ВПТ становиться більш негативним.
ВПТ становиться більшим від атмосферного тиску.
ВПТ суттєво НЕ змінюється.

41. Скільки дорівнює парціальний тиск O₂ і CO₂ в венозній крові?

*O₂ - 40 мм рт.ст.; CO₂ - 46 мм рт.ст.
O₂ - 110 мм рт.ст.; CO₂ - 40 мм рт.ст.
O₂ - 40 мм рт.ст.; CO₂ -31 мм рт.ст.
O₂ - 159 мм рт.ст.; CO₂ - 40 мм рт.ст.
O₂ - 124 мм рт.ст.; CO₂ -31 мм рт.ст.

42. У пацієнта встановлено зниження рН крові. В який бік зміститься крива дисоціації оксигемоглобіну внаслідок зміни рН?

*Вправо.
Вгору.
Вниз.
Ліворуч.
Не зміниться.

43. У крові здорової людини CO₂ знаходиться в хімічнозв'язаній і вільній формах. Яка з цих форм транспорту CO₂ переважає?

*Бікарбонатні іони.
Карбогемоглобін.
Вугільна кислота.
Карбоксигемоглобін.
Вільний CO₂.

44. Під час глибоководних робіт сталася аварія і виникла необхідність термінового порятунку водолаза. Його швидко підняли на поверхню судна. Незабаром стан його здоров'я почав погіршуватися. Що стало причиною цього погіршення?

*Емболія судин бульбашками азоту..
Емболія вуглекислою
Емболія киснем.
Гіпоксемія.
Гіперкапнія.

45. Лікар швидкої допомоги констатував у потерпілого втрату свідомості, порушення дихання та інші прояви отруєння чадним газом. Яке з'єднання буде причиною порушення дихання?

*Карбоксигемоглобін
Метгемоглобін.
Карбгемоглобін
Дезоксигемоглобін.
Оксигемоглобін.

46. У спокої при здійсненні газообміну в легенях еритроцит проходить по капіляру:

*За 0,6-1 с
За 1,5-2 с
За 1 хв
За 3-5 с
За 0,3- 0,5 с

47. Яким показником оцінюють в клініці кількість газу, яка проходить через легеневу мембрану за 1 хв. при градієнті тиску 1 мм. рт.ст.

*Дифузна здатність легень

Кількість спожитого кисню
Кількість виділеного вуглекислого газу
Дихальний коефіцієнт
Обсяг мертвого простору

48. У хворого з вираженими симптомами гіпоксії встановлено порушення здатності гемоглобіну транспортувати кисень. Гіпербарична оксигенація поліпшила стан хворого. Який механізм дії?

*Збільшення розчиненого в плазмі кисню
Збільшення дисоціації оксигемоглобіну
Збільшення утворення оксигемоглобіну
Зниження кисневої ємності крові
Збільшення спорідненості гемоглобіну до кисню

49. У організмі вугільна кислота утворюється з вуглекислого газу. Де це відбувається?

*в еритроцитах
в плазмі крові
в клітинах тканин
в тромбоцитах
в лейкоцитах

50. Вуглекислий газ транспортується в організмі в основному у вигляді:

*солей вугільної кислоти
метгемоглобіну
оксигемоглобіну
карбосигемоглобіну
редукованого гемоглобіну

51. Якщо крива дисоціації оксигемоглобіну зміщена вправо, то її P50 може бути:

*30 мм рт.ст.
22 мм рт.ст.
17 мм рт.ст.
26 мм рт.ст.
12 мм рт.ст.

52. Під час обстеження хворого 72 років із захворюванням легенів виявлено, що тиск CO₂ в артеріальній крові становить 48 мм рт.ст., а рН 7,3. До виникнення якого стану внутрішнього середовища організму можуть привести такі зміни?

*Ацидоз
Гіпокапнія
Алкалоз
Гіпоксія
Гіпоксемія

53. У хворого діагностована емфізема легень. Які показники легеневої вентиляції будуть при цьому знижені?

*Зниження об'єму легеневої вентиляції
Зниження дихального об'єму
Зниження ЖЄЛ
Зниження PO видиху
Зниження PO вдиху

54. Сумарним показником активності системи дихання є:

*Споживання кисню за одну хвилину
Коефіцієнт дифузії
Градiєнт концентрації газу

Киснева ємність легень
Коефіцієнт утилізації кисню

55. Частина кисню артеріальної крові, яка засвоюється тканинами, називається:

*Коефіцієнтом утилізації кисню
Кисневою ємністю крові
Хвилинним об'ємом дихання
Дихальним об'ємом
Парціальним тиском газу

56. У випробуваного спірографічно визначали споживання кисню за 1 хв. в спокої. Яка з перерахованих величин відповідає нормі?

*250 - 350 мл
50 - 100 мл
1000 - 1200 мл
1400 - 1600 мл
2000 - 2500 мл

57. Під час експерименту на кішках реєстрували кількість оксигемоглобіну. Які з зазначених впливів підвищували його кількість?

*підвищення парціального тиску кисню в альвеолах
зниження рН крові
зниження парціального тиску кисню в альвеолах
збільшення парціального тиску вуглекислого газу в крові
підвищення температури тіла

58. Яким терміном позначена частина повітря в легенях, яка обмінюється за один дихальний цикл?

*Коефіцієнт легеневої вентиляції.
Функціональна залишкова ємність.
Хвилинна легенева вентиляція.
Дихальний коефіцієнт.
Об'єм мертвого простору.

59. В яких компонентах крові знаходиться фермент карбоангідраза?

*В еритроцитах
У лейкоцитах
В моноцитах
У плазмі
В лімфоцитах

60. Внаслідок фізичного навантаження киснева ємність крові у людини збільшився з 180 до 200 мл/л. Основною причиною цього є те, що при фізичному навантаженні збільшується:

*Вміст гемоглобіну в одиниці об'єму крові
Дифузна здатність легень
Вміст кисню в альвеолах
Спорідненість гемоглобіну до кисню
Хвилинний об'єм дихання

61. У людини внаслідок патологічного процесу збільшена товщина альвеоло-капілярної мембрани. Безпосереднім наслідком цього буде зменшення у людини:

*Дифузної здатності легень
Хвилинного об'єму дихання
Кисневої ємності крові
Альвеолярної вентиляції легень

Резервного об'єму видиху

62. Людина втратила свідомість в салоні автомобіля, де тривалий час чекала приятеля при включеному двигуні. У крові у неї знайдено патологічне з'єднання гемоглобіну. Що саме?

- *Карбоксигемоглобін
- Дезоксигемоглобін
- Карбгемоглобін
- Метгемоглобін
- Оксигемоглобін

63. Велика група людей тривалий час знаходиться в закритому приміщенні невеликого розміру. Це призвело до розвитку у них гіпервентиляції внаслідок таких змін повітря:

- *Збільшення вмісту вуглекислого газу
- Зменшення вмісту кисню
- Збільшення вмісту водяної пари
- Збільшення температури
- Збільшення вмісту азоту

64. При обстеженні людини необхідно визначити, яка частина альвеолярного повітря оновлюється при будь-якому вдиху. Який з наведених показників необхідно розрахувати для цього?

- *Коефіцієнт легеневої вентиляції
- Хвилинну альвеолярну вентиляцію
- Життєву ємність легень
- Хвилинний об'єм дихання
- Функціональну залишкову ємність легень

65. Під час диспансерного огляду пацієнт визнаний клінічно здоровим. Які значення напруги кисню для нього характерні (мм рт. Ст.)?

- *Венозна кров - 40, артеріальна кров - 100, тканини - 30
- Венозна кров - 100, артеріальна кров - 60, тканини - 30.
- Венозна кров - 40, артеріальна кров - 100, тканини - 130
- Венозна кров - 60, артеріальна кров - 100, тканини - 130
- Венозна кров - 40, артеріальна кров - 50, тканини - 130

66. У результаті нещасного випадку сталася obturaція трахеї легені. Яка функція легені порушиться першою?

- *Вентиляція легень
- Газообмін у легенях.
- Транспорт кисню.
- Газообмін в тканинах.
- Тканинне дихання.

67. Зрушення кривої дисоціація оксигемоглобіну вправо спостерігається під впливом:

- *Гіпертермії. ,
- Зменшення концентрації 2,3-дифосфогліцерата в еритроцитах.
- Алкалозу.
- Гіпокапнії.
- Жодна відповідь не вірна

68. У людини вміст гемоглобіну в крові становить 100 г / л. Яка в нього киснева ємність крові?

- *134 мл / л
- 150 мл / л
- 100 мл / л

168 мл / л

180 мл / л

69. У хворого на хронічний обструктивний бронхіт в результаті запального процесу порушена бронхіальна прохідність. Якими змінами функції зовнішнього дихання супроводжується хронічний обструктивний бронхіт на ранніх стадіях?

*Зниженням проби Тіффно

Збільшенням життєвої ємності легень

Збільшенням максимальної вентиляції легень

Збільшенням дихального об'єму

Різким зменшенням вентиляції нижніх відділів легень

70. Що є найбільш вірогідною причиною токсичності гіпербаричної оксигенації?

*Утворення активних сполук кисню

Гальмування хеморецепторів рефлексогенних зон

Механічне пошкодження судин

Надмірна активація окислювальних реакцій

Механічне пошкодження легень

71. У досліджуваного необхідно оцінити активність системи дихання. Що із зазначених показників доцільно визначити для цього?

*Споживання кисню за хвилину

Хвилинний об'єм дихання

Життєву ємність легень

Альвеолярну вентиляцію легень

Кисневу ємність крові

72. При гіпервентиляції легень збільшується дихальний коефіцієнт (ДК). Яка причина збільшення ДК в даному випадку?

*Збільшення виділення вуглекислого газу

Збільшення виділення водяної пари

Зменшення поглинання кисню

Збільшення поглинання кисню

Зменшення виділення вуглекислого газу

73. До лікаря звернувся пацієнт зі скаргами на задишку в стані спокою і при навантаженні. Лабораторне дослідження крові встановило зміну форми еритроцитів у вигляді серпа. Як змінюється вміст оксигемоглобіну в крові і киснева ємність крові при цьому?

*Зменшується вміст гемоглобіну і киснева ємність крові

Не змінюється вміст гемоглобіну і киснева ємність крові

Спостерігається збільшення вмісту гемоглобіну і кисневої ємності крові

Вміст гемоглобіну не змінюється, а киснева ємність крові зростає

Всі невірно.

74. Яка з форм гемоглобіну переносить найбільша кількість CO₂?

*Карбгемоглобін.

Карбоксигемоглобін.

Оксигемоглобін.

Метгемоглобін.

Жодна відповідь не вірна.

75. Напряга дихальних газів у венозній крові, яка притікає до легень, становить:

*Жодна відповідь не вірна.

Кисню-100 мм. рт. ст., вуглекислого газу, 46 мм.рт. ст.

Кисню-100 мм.рт.ст., вуглекислого газу, 40 мм.рт.ст.

Кисню-46 мм.рт. ст., вуглекислого газу, 40 мм. рт. ст.

Кисню-40 мм.рт.ст., вуглекислого газу-100 мм.рт.ст.

76. При отруєнні чадним газом хворий відчув слабкість, швидку стомлюваність. Як при цьому зміниться киснева ємність крові?

*Зменшення кисневої ємності крові

Збільшення кисневої ємності крові

Спочатку збільшиться киснева ємність крові, а потім зменшиться

Не зміниться

Всі невірно

77. Після швидкого підняття водолаза з глибини 70 м виникла кесонна хвороба зі смертельним результатом. Який процес викликав несумісні з життям порушення?

*Повітряна емболія судин життєво важливих органів

Пошкодження легень

Зупинка серця

Розрив судин перепадом тиску

Порушення кровотоку в венах

78. У хворого під час затяжного нападу бронхіальної астми різко утруднена легенева вентиляція. Яка основна причина цього стану?

*утруднений видих (підвищений опір дихальних шляхів)

полегшений видих

збільшення залишкового об'єму

зменшення залишкового об'єму

полегшений вдих

79. Який склад альвеолярного повітря?

*O₂ -14,5%; CO₂ -5,5%; N₂ - 80%

O₂ - 16,4%; CO₂ -4,1%; N₂ -79,5%

O₂ -16,4%; CO₂-4,6%; N₂ -79,0%

O₂ -20,96%; CO₂-0,04%; N₂ -79%

O₂ -22,96%; CO₂-0,04%; N₂ -77%

80. При якій різниці парціальних тисків O₂ і CO₂ - відбувається (в звичайних умовах) їх обмін між альвеолярним повітрям і венозною кров'ю?

*O₂ -60 мм рт.ст.; CO₂ - 6 мм рт.ст.

O₂ -70 мм рт.ст.; CO₂ -40 мм рт.ст.

O₂ - 110 мм рт.ст.; CO₂ - 6 мм рт.ст.

O₂ - 110 мм.рт.ст; CO₂ - 40 мм рт.ст.

O₂ - 110 мм рт.ст.; CO₂-40 мм рт.ст.

81. При фізичному навантаженні змінюється рівень O₂, CO₂, рН крові. Найбільш ефективним подразником хеморецепторів каротидного синуса, який збільшує вентиляцію легенів, є:

*Низький рівень O₂ в крові

Підвищення напруги O₂ в крові

Накопичення лактату в крові

Підвищення рН крові

Низький рівень CO₂ в крові

82. При дослідженні збудливості нейронів дихального центру реєстрували активність інспіраторних нейронів. В яку фазу дихального циклу збудливість цих нейронів максимальна?

*При вдиху

При видиху

При затримці дихання на вдиху
При затримці дихання на видиху
В дихальну паузу

83. У робочих, які виробляють цемент, посилюється рефлекс кашлю, який обумовлений збудженням:

*Ірритантних рецепторів
Хеморецепторів легень
С Юкстакапілярних рецепторів
Терморецепторів легень
Больових рецепторів плеври

84. Спинномозкова рідина (СМР) відокремлена від крові гематоенцефалічним бар'єром (ГЕБ). Яке з'єднання, що регулює збудливість центральних дихальних хеморецепторів довгастого мозку, має найкращу здатність проникати через гематоенцефалічний бар'єр?

*CO₂
O₂
H⁺
HCO₃⁻
H₂PO₃⁻

85. Проводять дослідження на каротидному синусі собаки. Як зниження напруги O₂ в крові, яка проходить через синус, вплине на системний артеріальний тиск?

*Підвищить.
Знизить.
Не змінить.
Підвищить з подальшим зниженням.
Знизить з подальшим підвищенням

86. Після декількох інтенсивних довільних дихальних рухів (гіпервентиляції) спортсмену деякий час дихати "не хочеться". Що є причиною виникнення такого стану?

*Знижується збудливість дихального центру.
Підвищується парціальний тиск CO₂
Знижується парціальний тиск O₂
Підвищується збудливість дихального центру
Підвищується величина рН крові.

87. Після тривалої затримки дихання у пацієнта напруга O₂ артеріальної крові знизилася до 60 мм рт. ст. (8,0 кПа). Як реагує система дихання на таку зміну гомеостазу?

*гіпервентиляцією
гіповентиляцією
гіпероксигенацією тканин.
гіпероксією
гіперкапнією

88. Під час експерименту на собаці вивчали вплив різних гуморальних факторів на стимуляцію дихального центру. Який з показників крові збуджує його рецептори безпосередньо?

*Концентрація H⁺
Напруга O₂
Напруга CO₂
Концентрація N₂
Концентрація CO

- 89. Хлопчик 14 років пірнув в озеро і головою натрапив на корч. В результаті зсуву верхніх шийних хребців спинний мозок повністю розірваний. Як зміниться при цьому характер дихання?**
- *зупиниться
 - не зміниться
 - стане рідким
 - стане частим
 - стане поверхневим і частим
- 90. У результаті травми у чоловіка 42 років пошкоджені обидва блукаючих нерва. Як зміниться характер дихання?**
- *стане глибоким і рідким
 - зупиниться
 - стане частим поверхневим
 - не зміниться
 - стане глибоким і частим
- 91. Підвищене вироблення гістаміну в легенях є однією з причин виникнення бронхоспазму при бронхіальній астмі, який обумовлений збудженням:**
- *Ірритантних рецепторів
 - хеморецепторів дуги аорти
 - J-рецепторів альвеол
 - Центральних хеморецепторів
 - Механорецепторів легень
- 92. У альпініста 27 років на висоті 5000 метрів над рівнем моря вперше під час сну змінився характер дихання: за декількома глибокими вдихами настає зупинка дихання, за якою знову виникають глибокі дихальні рухи і т.д. Яка ймовірна причина зміни зовнішнього дихання?**
- *зниження парціального тиску O_2 в повітрі
 - зниження парціального тиску CO_2 в повітрі
 - підвищення кисневої ємності крові
 - збільшення об'ємної швидкості кровотоку
 - зниження температури повітря
- 93. Які впливи викличуть ефекти розслаблення м'язів бронхів?**
- *Адренергічні
 - Адреноміметичні
 - Холінергічні
 - Холіноміметичні
 - Пуринергічні
- 94. Як зміниться характер дихання при ковтанні?**
- *Затримується в обох фазах дихального циклу
 - Затримується в фазі інспірації
 - Затримується в фазі експірації
 - Посилюється в обох фазах дихального циклу
 - Затримка дихання не відбувається ні в одній з фаз дихального циклу
- 95. Як вплине на характер дихання двостороннє перерізання блукаючих нервів?**
- *Дихання стане рідким і глибшим
 - Дихання стане поверхневим і частим
 - Виникне затримка дихання
 - Виникне дихання типу Куссмауля
 - Виникне дихання типу Біота

96. У тварини видалили каротидні тільця з обох сторін. На який із зазначених факторів у неї не буде розвиватися гіпервентиляція?

- *Гіпоксемія
- Гіперкапнія
- Фізичне навантаження
- Ацидоз
- Збільшення температури ядра тіла

97. Проводять реєстрацію електричної активності нейронів. Вони збуджуються перед вдихом та на його початку. Де розташовані ці нейрони?

- *У довгастому мозку
- У проміжному мозку
- В середньому мозку
- У спинному мозку
- У корі головного мозку

98. Під час експерименту на собаці глибина вдиху обмежується потоком імпульсів з:

- *З механорецепторів легень
- Хеморецепторів каротидної зони
- Рецепторів повітроносних шляхів
- Центральних хеморецепторів
- Юкстаальвеолярних рецепторів

99. У результаті вогнепального поранення у чоловіка 30 років настав повний розрив спинного мозку в верхньо-грудному відділі. Як зміниться характер дихання?

- *збережеться діафрагмальне, зникне грудне
- зупиниться
- не зміниться
- збережеться грудне, зникне діафрагмальне
- стане рідким і глибоким

100. У певних умовах люди використовують протигази. Як змінюється при цьому дихання?

- *стане глибоким за рахунок збільшення об'єму дихальних шляхів
- стане частим
- стане поверхневим
- стане аритмічним
- не зміниться

101. Які впливи викличуть ефекти скорочення м'язів бронхів і бронхіол?

- *холінергічні
- холінергічні і адренергічні
- адренергічні
- пуринергічні
- серотонінергічні

102. У людини, яка вийшла з теплого приміщення на холодне повітря часто виникає кашель. Подразнення яких рецепторів холодним повітрям запускає рефлекс кашлю?

- *іритантних
- центральных хеморецепторів
- хеморецепторів дуги аорти
- J-рецепторів альвеол
- механорецепторів легень

103. Як зміниться дихання при стимуляції центрального кінця перерізаною блукаючого нерва?

- *Дихання стане поверхневим і частим
- Дихання стане рідким і глибоким
- Виникне затримка дихання
- Виникне дихання типу Біота
- Виникне дихання типу Чейн-Стокса

104. У тварини зруйнували одну з структур дихального центру. Це істотно не позначилося на спокійному диханні тварин. Що саме зруйнували?

- *Пневмотаксичний центр
- Дорсальне дихальне ядро
- Вентральне дихальне ядро
- Мотонейрони спинного мозку
- Вентральне і дорсальне дихальні ядра

105. При надходженні в організм якої з наведених речовин для збереження життя необхідно штучне дихання?

- *Курареподібних
- Адреналін
- Обзидан
- Нікотин
- Атропін

106. Студенти тривалий час перебували в непровітрюваній кімнаті. У них виникли зміни дихання. На зміну концентрації яких речовин реагують центральні хеморецептори, які беруть участь в регуляції дихання?

- *Водневих іонів в спинномозковій рідині
- Вуглекислого газу в венозній крові
- Кисню в артеріальній крові
- Кисню в спинномозковій рідині
- Водневих іонів в венозній крові

107. Студенти тривалий час перебували в непровітрюваній кімнаті. У них виникли зміни дихання. На зміну якого параметра крові реагують периферичні хеморецептори каротидного синуса?

- *Підвищення тиску кисню в артеріальній крові
- Зниження тиску вуглекислого газу в артеріальній крові
- Підвищення концентрації водневих іонів в артеріальній крові
- Зниження тиску кисню в артеріальній крові
- Зниження концентрації водневих іонів в артеріальній крові

108. Під час експерименту на собаці зруйнували пневмотаксичний центр. Це призвело до зміни:

- *Тривалості вдиху
- Просвіту трахеї
- Тривалості видиху
- Тривалості паузи між дихальними циклами
- Просвіту бронхів

109. Хворий на астму в стані нападу. Який з препаратів необхідно ввести щоб розширити бронхи?

- *адреналін
- гепарин
- ацетилхолін
- гастрин
- гістамін

- 110. У хворого з черепно-мозковою травмою має місце зупинка дихання. Пошкодження якого відділу мозку найбільш імовірно?**
- *довгастого мозку
 - спинного мозку
 - середнього мозку
 - проміжного мозку
 - мозочка
- 111. При палінні тютюну у людини часто виникає кашель. Подразнення яких рецепторів запускає цей рефлекс?**
- *іритантних
 - хеморецепторів дуги аорти
 - J-рецепторів альвеол
 - центральных хеморецепторів
 - механорецепторів легень
- 112. У людини з нападом бронхоспазму необхідно зменшити вплив блукаючого нерва на гладку мускулатуру бронхів. Які мембранні циторецептори доцільно заблокувати для цього?**
- *М-холінорецептори
 - H-холінорецептори
 - α - і β -адренорецептори
 - α -адреноре-рецептори
 - β -адрено-рецептори
- 113. В яких структурах головного мозку локалізовані центральні хеморецептори, які беруть участь в регуляції дихання?**
- *У довгастому мозку
 - У середньому мозку
 - У таламусі
 - У гіпоталамусі
 - В спинному мозку
- 114. В результаті травми у хворого відбулося пошкодження спинного мозку (з повним розривом) на рівні першого шийного хребця. Що станеться з диханням?**
- *Дихання припиняється
 - Дихання стає частим
 - Частота дихання зменшується
 - Дихання не змінюється
 - Все невірно
- 115. Як може змінитися легенева вентиляція при надмірних аферентних сигналах до дихального центру?**
- *гіпервентиляція.
 - збільшиться дихальний об'єм.
 - збільшиться об'єм.видиху.
 - вентиляція не зміниться.
 - часте і поверхневе дихання (тахіпноє) з помірною гіпоксемією.
- 116. У групи туристів, яка піднялася на висоту 4000 м, виникла гірська хвороба, яка супроводжувалася задишкою, втратою свідомості. Які, найбільш вірогідно, процеси могли привести до такого стану?**
- *Спазм судин головного мозку в результаті гіпокапнії
 - Зменшення венозного припливу крові до серця
 - Підвищення артеріального тиску

Гіперкапія

Гіповентиляція легень

117. При вдиханні суміші повітря з низьким вмістом O_2 у випробуваного виникло збільшення глибини і частоти дихання. Які рецептори в найбільшій мірі реагують підвищенням активності на гіпоксемію?

*Хеморецептори каротидних тілець

Хеморецептори дуги аорти

Хеморецептори довгастого мозку

Рецептори легеневої тканини

Рецептори повітроносних шляхів легень

118. Функція експіраторних нейронів заключається

*в гальмуванні інспіраторних нейронів спинного і вентрального ядра

в збудженні пневмотаксичного центру

в збудженні дихальних м'язів

в зменшенні вентиляції легень

в збудженні апнейстичного центру

119. Хворим на астму в стані нападу щоб розширити бронхи рекомендується вводити наступну речовину:

*блокатор ацетилхоліна

α - адреноблокатор

бета - адреноблокатор

блокатори окситоцину

блокатори вазопресину

120. Зміна рН спинномозкової рідини в експерименті у собак викликає зміну дихання за рахунок збудження:

*центральных хеморецепторів довгастого мозку

іритантних рецепторів

рецепторів легень

рецепторів гіпоталамуса

рецепторів плеври

121. Які показники зовнішнього дихання не можна визначити за допомогою сухого спірометра?

* PO видиху, ZO , $ЧД$

PO видиху, $ДО$

$ДО$, $ЧД$

PO видиху, ZO , PO вдиху

PO видиху, $ДО$, $ЖЄЛ$

122. Легені дорослої людини знаходяться у розтягнутому стані:

*Постійно

Під час спокійного вдиху

Під час видиху

Під час посиленого вдиху

Під час посиленого видиху

123. У людини вимірюють внутрішньоплевральний тиск. У якій фазі людина затримала дихання, якщо величина зареєстрованого тиску дорівнює “-“7,5 см.вод.ст.?”

*Спокійний вдих.

Спокійний видих.

Форсований вдих

Форсований видих.

Середина вдиху

124. В чому суть 3 етапу газопереносу:

*Перенос газів кров'ю

Зовнішнє дихання.

Дифузія газів між капілярною кров'ю і тканинами.

Внутрішнє дихання.

Дифузія газів між повітроносними шляхами і альвеолами.

125. Обстежуваному А., 25-ти років визначали показник споживання кисню за 1 хвилину. Яка величина цього показника в нормі?

*3,5 мл/хв · кг

2,5 мл/хв · кг

4,5 мл/хв · кг

5,5 мл/хв · кг

1,5 мл/хв · кг

126. У людини вимірюють внутрішньоплевральний тиск. У якій фазі людина затримала дихання, якщо величина зареєстрованого тиску дорівнює “-“15 см.вод.ст.?”

*Форсований вдих

Спокійний видих

Спокійний вдих

Форсований видих.

Середина вдиху

127. Як вплине на характер дихання двостороння перерізка блукаючих нервів?

*Дихання стане рідшим та глибшим.

Дихання стане поверхневим та частішим.

Відбудеться зупинка дихання.

Виникне дихання поверхнєве і рідке.

Виникне дихання часте і глибоке.

128. Яка основна рушійна сила дифузії газів в процесі газообміну?

*Гradient концентрації газів.

Gradient тиску газів.

Швидкість руху газів.

Природа газів.

Енергія, яка забезпечує процес.

129. Яка основна рушійна сила конвекції газів в процесі газообміну?

*Gradient тиску газів зовнішнього і внутрішнього середовища.

Gradient концентрації газів.

Швидкість руху газів.

Природа газів.

Енергія, яка забезпечує процес.

130. Які 3 основні механізми забезпечують кондиціонування повітря:

Зігрівання, очищення, захист.

Очищення, охолодження, зволоження.

Зігрівання, охолодження, зволоження

*Зігрівання, зволоження, очищення

Очищення, захист, охолодження

131. Сурфактанти виробляються:

Пневмоцитами I типу.

*Пневмоцитами II типу.

Пневмоцитами III типу.

В альвеолах.

В бронхах.

132. В експерименті визначали зміни тиску в плевральній порожнині при вдиху.

Встановлено:

*Тиск зменшувався на 4-9 мм рт. ст. нижче атмосферного тиску.

Тиск збільшувався на 4-9 мм рт. ст. вище атмосферного тиску.

Тиск зменшувався на 3-5 мм рт. ст. нижче атмосферного тиску.

Тиск збільшувався на 3-5 мм рт. ст. вище атмосферного тиску.

Тиск не змінювався.

133. В експерименті визначали зміни тиску в легенях під час видиху. В нормі при видиху:

Тиск зменшувався на 4-9 мм рт. ст. нижче атмосферного тиску.

Тиск збільшувався на 4-9 мм рт. ст. вище атмосферного тиску.

Тиск зменшувався на 3-5 мм рт. ст. нижче атмосферного тиску.

*Тиск збільшувався на 3-5 мм рт. ст. вище атмосферного тиску.

Тиск не змінювався.

134. В експерименті визначали зміни тиску в плевральній порожнині при видиху. В нормі при видиху:

*Тиск зменшувався на 2-4 мм рт. ст. нижче атмосферного тиску

Тиск збільшувався на 2-4 мм рт. ст. вище атмосферного тиску.

Тиск зменшувався на 3-5 мм рт. ст. нижче атмосферного тиску

Тиск збільшувався на 3-5 мм рт. ст. вище атмосферного тиску.

Тиск не змінювався.

135. В експерименті визначали зміни тиску в легенях під час вдиху. В нормі при вдиху:

Тиск зменшувався на 4-9 мм рт. ст. нижче атмосферного тиску

Тиск збільшувався на 4-9 мм рт. ст. вище атмосферного тиску

*Тиск зменшувався на 3-5 мм рт. ст. нижче атмосферного тиску.

Тиск збільшувався на 3-5 мм рт. ст. вище атмосферного тиску.

Тиск не змінювався.

136. В результаті травми порушилася цілісність плевральної порожнини справа. Як змінився тиск в плевральній порожнині:

Зменшився порівняно з вихідним.

*Збільшився, порівняно з вихідним.

Не змінився.

Став нижче атмосферного тиску.

Став вище атмосферного тиску.

137. Які процеси забезпечують зовнішнє дихання.

*Вентиляція, дифузія, перфузія.

Дифузія, вентиляція і фільтрація.

Перфузія, фільтрація і реабсорбція.

Конвекція, перфузія і фільтрація.

Конвекція, вентиляція і перфузія.

138. На прохання лікаря хворий зробив максимально глибокий видих. Які з наведених м'язів приймають участь у такому видиху?

Діафрагма

*М'язи живота.

Драбинчасті.

Грудино-ключично-сосковидні.

Трапецієвидні.

- 139. У людини вимірюють внутрішньоплевральний тиск. У якій фазі людина затримала дихання, якщо величина зареєстрованого тиску дорівнює “+” 3 см.вод.ст.?**
- *Форсований видих.
 - Спокійний видих.
 - Форсований вдих.
 - Спокійний вдих
 - Середина вдиху
- 140. Вимірюють тиск в альвеолах легенів здорової людини. В яку фазу дихального циклу цей тиск дорівнюватиме 0 см рт.ст.:**
- *Інтервал між вдихом і видихом
 - Спокійнийо вдих.
 - Спокійний видих.
 - Форсований вдих.
 - Форсований видих.
- 141. Першими двома етапами газопереносу є:**
- *Конвекційне надходження повітря в легені та дифузія газів між альвеолами та кров'ю.
 - Дифузійне надходження повітря в легені та конвекція газів між альвеолами та кров'ю.
 - Дифузія газів у легенях та транспорт їх кров'ю.
 - Конвекційний транспорт повітря в легені та в кров.
 - Нагнітання повітря в легені і дифузія газів.
- 142. Назвіть третій етап газопереносу в системі дихання**
- Дифузія газів між альвеолами і кров'ю.
 - *Перенос газів кров'ю.
 - Внутрішнє або танинне дихання.
 - Дифузія газів між капілярами і кров'ю.
 - Дифузія газів між повітроносними шляхами і кров'ю.
- 143. Обстежуваному В., 23-ти років , зареєстрували спірограму і визначили наступні показники. Який з показників не відповідає нормі?**
- ДО - 500 мл.
 - РОВд - 1600 мл.
 - РОВид - 1000 мл.
 - ЖЄЛ - 3100 мл.
 - *ЧД - 28 за 1 хвилину
- 144. Аналізуючи спірограму обстежуваного Р., 27-ти років виявили наступні показники. Який з визначених показників не відповідає нормі?**
- *РОВд. - 1000 мл.
 - РОВид. - 1000 мл.
 - ЧД - 16 за 1 хвилину
 - Відношення вдиху до видиху - 1:1,2.
 - ДО - 400 мл.
- 145. Величина ЖЄЛ залежить від:**
- Віку.
 - Статі.
 - Росту, маси тіла.
 - Фізичного розвитку.
 - *Всіх перелічених показників.
- 146. Величину яких показників треба знати, щоб вирахувати коефіцієнт легеневої вентиляції:**

ДО, РОвд, РОвид
*ДО, ФЗЄ, МП.
ДО, ЖЄЛ, ЧД
МВЛ, ХОД, ЧД.
ФЗЄ, РОвд, Ровид.

147. Які з перерахованих показників необхідні для визначення альвеолярної вентиляції:

ДО, РОвд, РОвид.
ЧД, ЖЄЛ, РОвд.
*ДО, МП, ЧД.
МП, ЖЄЛ, ДО.
ХОД, ЧД, ДО.

148. У обстежуваного встановили величина коефіцієнту альвеолярної вентиляції/легеневий кровотік, який відповідав нормі. Вкажіть з нижче перелічених нормальний коефіцієнт:

0,5.
1,5.
1,8.
*0,8.
1,9.

149. Які з перерахованих показників не можна визначити за допомогою методу спірометрії:

ДО, ЖЭЛ.
*РОвд., ЗО
РОвид., ДО
ЖЄЛ, РОвид.
ЖЭЛ

150. Які з перерахованих показників не можна визначити за допомогою методу спірографії:

ДО.
РОвд.
РОвид.
*ЗО.
ЖЄЛ

151. В обстежуваного в стані спокою методом спірографії встановили наступні показники. Які з них не відповідають нормі :

ДО - 500 мл.
РОвд - 1,5 л.
РОвид - 1,5 л.
ЖЄЛ - 3,5 л.
*ЧД - 25 за 1 хвилину.

152. Які з перелічених показників необхідні для визначення ЗЄЛ:

*ДО, РОвд, РОвид, ЗО.
ДО, ЧД, МП, ЗО.
ДО, РОвд, РОвид, ЧД.
АВ, ХОД, МП.
ЧД, ЖЄЛ, МП.

153. У людини похилого віку спостерігається обмеження дихальних екскурсій грудної клітки, що є результатом:

*Зменшення еластичності межреберних хрящів

Зниження кількості сурфактанту
Зниження кровопостачання легень.
Тривалого паління тютюну.
Підвищення кількості сурфактанту

154. У людини камінь перетнув протоку жовчного міхура. Внаслідок цього у кишківнику при звичайному харчовому раціоні буде порушено:

Гідроліз жирів
*Емульгування жирів
Всмоктування жирів
Суттєвих порушень не буде
Гідроліз вуглеводів

155. Найбільша кількість повітря, яке людина може видихнути після максимально глибокого вдиху, це:

*Життєва ємкість легень.
Загальна ємкість легень.
Функціональна залишкова ємкість.
Резервний об'єм видиху.
Киснева ємкість легень.

156. Які впливи викликають ефекти скорочення м'язів бронхів та бронхіол?

*Холінергічні.
Адренергічні.
Холінергічні та адренергічні.
Пуринергічні.
Серотонінергічні.

157. Людина зробила спокійних видих. Як називається об'єм повітря, який міститься у неї в легенях при цьому?

*Функціональна залишкова ємкість легень.
Залишковий об'єм.
Резервний об'єм видиху.
Дихальний об'єм.
Життєва ємкість легень.

158. Людина зробила максимально глибокий вдих. Як називається об'єм повітря, що знаходиться у неї в легенях?

*Загальна ємкість легень.
Життєва ємкість легень
Ємкість вдиху.
Функціональна залишкова ємкість легень.
Дихальний об'єм.

159. Людина зробила максимально глибокий видих. Як називається об'єм повітря, що знаходиться в її легенях?

*Залишковий об'єм.
Функціональна залишкова ємкість легень.
Ємкість вдиху.
Резервний об'єм видиху.
Альвеолярний об'єм.

160. Кількість повітря, що залишається в легенях наприкінці спокійного видиху, називається:

*Функціональна залишкова ємкість.
Резервний обсяг видиху.

- Залишковий обсяг.
Дихальний обсяг.
Резервний обсяг вдиху.
- 161. Розчинність газів в крові залежить від:**
Тиску газу.
Температури.
Складу крові.
Природи газу.
*Всіх перерахованих показників.
- 162. Який показник характеризує інтенсивність використання кисню тканинами:**
Напруга кисню в артеріальній крові.
Напруга кисню в тканинах.
Напруга кисню в венозній крові.
*Артеріо-венозна різниця.
Напруга вуглекислого газу в артеріальній крові.
- 163. У пацієнта з анемією вміст 2,3-ДФГ в еритроцитах збільшений. В який бік зміститься крива дисоціації оксигемоглобіну?**
Вниз.
Вверх.
*Вправо.
Вліво.
Не зміниться
- 164. У пацієнта висока температура тіла. Якщо будуть, то в який бік зміни кривої дисоціації оксигемоглобіну?**
Вліво.
*Вправо.
Вниз.
Вверх.
Не зміниться
- 165. Ефект Бора вказує на залежність кривої дисоціації оксигемоглобіну від:**
*концентрації H+.
Температури.
2,3-ДФГ
CO₂.
Всіх перерахованих показників.
- 166. Де відбувається розведення сечі?**
*Висхідне коліно петлі Генле
Проксимальні звивисті каналці
Клубочок
Дистальні звивисті каналці
Збиральна трубочка
- 167. Частина кисню артеріальної крові, яка засвоюється тканинами, називається:**
*Коефіцієнтом утилізації кисню.
Парціальним тиском газу.
Кисневою ємкістю крові.
Хвилинним об'ємом дихання.
Дихальним об'ємом.
- 168. Скільки складає напруження O₂ та CO₂ у венозній крові в нормі?**
*O₂ - 40 мм рт.ст; CO₂ - 46 мм рт.ст.

O₂ - 40 мм рт.ст; CO₂ - 31 мм рт.ст.
O₂ - 110 мм рт.ст; CO₂ - 40 мм рт.ст.
O₂ - 159 мм рт.ст; CO₂ - 40 мм рт.ст.
O₂ - 124 мм рт.ст; CO₂ - 31 мм рт.ст.

169. У людини вміст гемоглобіну в крові становить 100 г/л. Яка величина кисневої ємкості крові?

*134 мл/л.
100 мл/л.
150 мл/л.
168 мл/л.
180 мл/л.

170. Вуглекислий газ транспортується в організмі в основному у вигляді:

*Солей вугільної кислоти.
Метгемоглобіну.
Оксигемоглобіну.
Карбоксигемоглобіну.
Редукованого гемоглобіну.

171. У спокійному стані активність нейронів дихального центру спрямована на:

*Збудження мотонейронів інспіраторних м'язів.
Збудження мотонейронів експіраторних м'язів.
Гальмування мотонейронів інспіраторних м'язів.
Гальмування мотонейронів експіраторних м'язів.
Збудження нейронів пневмотаксичного центру.

172. Під час експерименту собаці стимулювали центральні хеморецептори. Як змінювалося в результаті дихання?

Посилювався вдих, послаблювався видих.
Послаблювався вдих, посилювався видих.
*Посилювався вдих і видих.
Послаблювався вдих і видих.
Змін в диханні не відмічалось.

173. Що є головним джерелом імпульсів, які зумовлюють відчуття задишки?

Вплив пропріорецепторів грудних м'язів.
*Вплив пропріорецепторів міжреберних м'язів.
Вплив хеморецепторів верхніх дихальних шляхів.
Вплив рецепторів плеври.
Вплив больових рецепторів.

174. В експерименті в з метою розслаблення гладких м'язів бронхів застосовували різні середники. Який з нижче перерахованих був найефективнішим?

Дихання чистим киснем.
Вплив парів їдких речовин.
Стимуляція парасимпатичної нервової системи.
Вплив ацетилхоліну.
*Вплив катехоламінів крові.

175. Сумарним показником активності системи дихання є:

*Споживання кисню за одну хвилину.
Градiєнт концентрації газу.
Коефіцієнт дифузії.
Киснева ємність легень.
Коефіцієнт утилізації кисню.

- 176. В експерименті подразнення пневмотаксичного центру у варолієвому мості викликає:**
- Подовження вдиху.
 - *Вкорочує тривалість вдиху.
 - Подовження видиху.
 - Вкорочує видих.
 - Не викликає змін.
- 177. Який результат подразнення центральних хеморецепторів на дихальний центр?**
- Стимулюють інспіраторні нейрони, гальмують експіраторні.
 - Стимулюють експіраторні нейрони, гальмують інспіраторні.
 - *Стимулюють інспіраторні нейрони і експіраторні.
 - Гальмують інспіраторні нейрони і експіраторні.
 - Не змінюють активність обох груп нейронів.
- 178. Сумарним показником активності системи дихання є:**
- Коефіцієнт дифузії.
 - Киснева ємність легень.
 - Градiєнт концентрації газу.
 - *Споживання кисню за одну хвилину.
 - Коефіцієнт утилізації кисню.
- 179. В основі гіпервентиляції при гіпоксії є:**
- Сумарне подразнення аортальних хеморецепторів низьким рівнем PO_2 .
 - *Сумарне подразнення каротидних хеморецепторів низьким рівнем PO_2 .
 - Всі перераховані варіанти.
 - Сумарне подразнення каротидних хеморецепторів високим рівнем PCO_2 .
 - Сумарне подразнення аортальних хеморецепторів високим рівнем PCO_2 .
- 180. При диханні на великій висоті, які адаптаційні механізми спрацьовують?**
- Збільшення альвеолярної вентиляції.
 - *Всі перераховані.
 - Зсув кривої дисоціації гемоглобіну вліво.
 - Збільшення дифузійної здатності легень.
 - Збільшення кількості еритроцитів і гемоглобіну.
- 181. Визначили парціальний тиск кисню в альвеолах. Вкажіть норму.**
- *105 мм рт.ст.
 - 40 мм рт.ст.
 - 100 мм рт.ст.
 - 90 мм рт.ст.
 - 50 мм рт.ст.
- 182. Визначили парціальний тиск вуглекислого газу в альвеолах. Вкажіть норму.**
- *40 мм рт.ст.
 - 105 мм рт.ст.
 - 100 мм рт.ст.
 - 90 мм рт.ст.
 - 50 мм рт.ст.
- 183. Яка частина плазми, що проходить через нирку, надходить у фільтрат?**
- *20 %
 - 70 %
 - 100 %
 - 40 %
 - 50 %

184. Під час обстеження визначили напруження кисню в венозній крові. Результат виявився нормою. Вкажіть.

- *40 мм рт.ст.
- 105 мм рт.ст.
- 100 мм рт.ст.
- 90 мм рт.ст.
- 50 мм рт.ст.

185. Під час обстеження визначили напруження вуглекислого газу в артеріальній крові. Результат виявився нормою. Вкажіть.

- *40 мм рт.ст.
- 105 мм рт.ст.
- 100 мм рт.ст.
- 90 мм рт.ст.
- 50 мм рт.ст.

186. Під час обстеження визначили напруження вуглекислого газу в венозній крові. Результат виявився нормою. Вкажіть.

- *46 мм рт.ст.
- 40 мм рт.ст.
- 100 мм рт.ст.
- 90 мм рт.ст.
- 50 мм рт.ст.

187. Під час обстеження визначили напруження кисню у тканинах. Результат виявився нормою. Вкажіть.

- *20-40 мм рт.ст.
- 90-105 мм рт.ст.
- 100 мм рт.ст.
- 60-80 мм рт.ст.
- до 50 мм рт.ст.

188. Напруження вуглекислого газу у тканинах в результаті обстеження виявилось нормою. Вкажіть.

- *50-60 мм рт.ст.
- 90-105 мм рт.ст.
- 100 мм рт.ст.
- 60-80 мм рт.ст.
- до 50 мм рт.ст.

189. У стані спокою організм дорослої людини поглинає за 1 хвилину:

- 300-350 мл O₂
- *250-300 мл O₂
- 100-150 мл O₂
- 50-100 мл O₂
- 200-250 мл O₂

190. У стані спокою організм дорослої людини виділяє за 1 хвилину:

- *200-250 мл CO₂
- 300-350 мл O₂
- 100-150 мл O₂
- 50-100 мл O₂
- 250-300 мл O₂

191. Яку генерацію бронхіол називають перехідною зоною і відносять до верхніх дихальних шляхів?

*17-19

15-16

10-11

12-13

13-14

192. Що розуміється під поняттям „фізіологічний мертвий простір”?

*Сума анатомічного і альвеолярного мертвого простору

Різниця між максимальною вентиляцією легень і хвилиним об'ємом дихання

Кількість повітря, що надходить у легені за 1 хв

Кількість повітря, яке людина вдихає і видихає при максимальній глибині і частоті дихання

Частина повітря, яка обмінюється в легенях під час кожного вдиху

193. Газообмін через легеневу мембрану залежить від:

*Усього перерахованого

Товщини мембрани

Поверхні, через яку відбувається дифузія

Гradientу тиску газів у альвеолах та крові

Коефіцієнту дифузії

194. Що називається дифузійною здатністю легень?

*Сумарна швидкість проникання газу через легеневу мембрану

Різниця між максимальною вентиляцією легень і хвилиним об'ємом дихання

Кількість повітря, що надходить у легені за 1 хв.

Кількість повітря, яке людина вдихає і видихає при максимальній глибині і частоті дихання

Частина повітря, яка обмінюється в легенях під час кожного вдиху

195. Чергування вдиху і видиху обумовлена активністю певних нейронів у:

*Довгастому мозку і варолієвому мості;

Спинному мозку і довгастому мозку

Довгастому і середньому мозку;

Середньому і проміжному мозку;

Проміжному мозку і корі.

196. Пневмотаксичний центр розміщується (локалізується):

В спинному мозку.

В дорзальних відділах довгастого мозку;

В вентральних відділах довгастого мозку;

*В верхніх відділах моста;

В нижніх відділах моста;

197. Пневмотаксичний центр варолієвого мосту:

Стимулює інспіраторні нейрони;

*Гальмує інспіраторні нейрони;

Стимулює експіраторні нейрони;

Гальмує експіраторні нейрони;

Стимулює α -мотонейрони спинного мозку.

198. Периферичні хеморецептори, які приймають участь у регуляції дихання локалізуються:

*В артеріях;

Венах;

Довгастому мозку;

Легенях;

Бронхах.

199. Хеморецептори синокаротидної зони дуже чутливі до:

Збільшення напруження кисню в крові;
*Зменшення напруження кисню в крові;
Збільшення напруги CO₂ в крові;
Зменшення напруги CO₂ в крові;
Зміни рН крові.

200. Центральні хеморецептори чутливі до:

Зменшення напруги кисню в лікворі;
Збільшення напруги кисню в лікворі;
Збільшення напруги CO₂ в лікворі;
Зменшення напруги CO₂ в лікворі;
*Нагромадження H⁺.

201. Рівень CO₂ в крові впливає на вентиляцію, головним чином через:

Зміну рН крові;
*Зміну рН спинномозкової рідини;
Зменшення напруги O₂ в крові;
Збільшення напруги O₂ в крові.
Стимуляцію периферичних хеморецепторів.

202. У стані фізичного спокою доросла людина поглинає:

Біля 500 мл O₂ за 1хв;
Біля 100 мл O₂ за 1хв;
*Біля 250 мл O₂ за 1хв;
Біля 300 мл O₂ за 1хв;
Біля 50 мл O₂ за 1хв.

203. Шляхом тренувань можна збільшити час затримки дихання:

*Знизивши чутливість хеморецепторів до CO₂;
Знизивши чутливість хеморецепторів до O₂;
Підвищивши чутливість хеморецепторів до CO₂;
Підвищивши чутливість хеморецепторів до O₂;
Підвищивши чутливість хеморецепторів до рН.

204. Рецептори верхніх дихальних шляхів реагують на:

*Наявність слизу;
Розтяг;
Зміни парціального тиску CO₂;
Зміни парціального тиску O₂;
Зміни тиску в плевральній щілині.

205. Рецептори нижніх дихальних шляхів розміщені:

*У гладких м'язах нижніх дихальних;
У слизовій нижніх дихальних шляхів;
У плеврі;
У гладких м'язах верхніх дихальних шляхів;
У діафрагмі.

206. Рецептори дихальних шляхів чутливі до:

*Розтягу;
Наявності слизу;
Зменшення парціального тиску O₂;
Зменшення парціального тиску CO₂;
Зміни рН крові.

- 207. Основна відповідь на збудження рецепторів розтягу дихальних шляхів:**
Збільшення частоти дихання;
*Зменшення частоти дихання та збільшення глибини;
Зменшення глибини дихання;
Збільшення частоти та збільшення глибини дихання;
Зменшення частоти і зниження глибини дихання.
- 208. Ірітантні рецептори чутливі до:**
Перепадів тиску
*Парів їдких речовин;
Розтягу паренхіми легень;
Спадіння паренхіми легень;
Зменшення парціального тиску O₂
- 209. Що з наведеного є головним стимулятором виділення холецистокініну-панкреозиміну?**
*Поліпептиди
Глюкоза
Амінокислоти
Екстрактивні речовини
Хлористоводнева кислота
- 210. Дихання в результаті подразнення ірітантних рецепторів стає:**
Поверхневим і рідким;
Глибоким і частим;
Глибоким і рідким;
*Поверхневим і частим;
Зупинка дихання.
- 211. Подразнення юкстаальвеолярних рецепторів спричиняє:**
*Збільшення кількості інтерстиціальної рідини;
Розтяг легень;
Підвищення тонуусу бронхіальних м'язів;
Зменшення напруги O₂ в крові;
Збільшення тиску CO₂ в альвеолярного повітря.
- 212. Група нейронів пневмотаксичного центру:**
*Пригнічується вдих;
Пригнічується видих;
Стимулює вдих;
Стимулює видих;
Веде до зупинки дихання.
- 213. В основі періодичності дихання лежить:**
*Функція бульбарного відділу;
Функція пневмотаксичного центру;
Функція апнейстичного центру;
Функція спинного мозку;
Функція кори головного мозку.
- 214. При глибокому диханні роль вентрального відділу бульбарного дихального центру:**
*Збільшується;
Зменшується;
Не змінюється;
На вдиху активується на видиху гальмується;
На видиху активується на вдиху гальмується.

- 215. Дорзальне ядро дихального центру містить такі види інспіраторних нейронів:**
 1β;
 *1α, 1β;
 1α;
 1γ, 1β;
 1γ, 1α.
- 216. 1β нейрони одержують імпульси від:**
 Від рецепторів судин;
 Від рецепторів м'язів;
 *1α нейронів та від рецепторів легень;
 Від 1γ рецепторів;
 Від центральних хеморецепторів.
- 217. Нейрони вентрального ядра активні:**
 У сні
 *При посиленні вентиляції легень;
 При спокійному диханні;
 При вдиху;
 При видиху.
- 218. Апнейстичне дихання характеризується:**
 *Повільний вдих, затримка дихання, посилений видих;
 Посилений видих;
 Посилений вдих, посилений видих;
 Затримка дихання, посилений видих;
 Посилений вдих, затримка дихання.
- 219. Імпульси від пневмотаксичного центру до:**
 Апнейстичного центру.
 *Дорзального ядра і змінюють тривалість дихання;
 Вентрального ядра і змінюють тривалість вдиху;
 Дорзального ядра і змінюють тривалість виидиху;
 Вентрального ядра і змінюють тривалість виидиху;
- 220. Імпульси від каротидних центрів досягають:**
 *Нейронів довгастого мозку і затримують вдих;
 Нейронів довгастого мозку і затримують видих;
 Нейронів мосту і затримують вдих;
 Нейронів мосту і продовжують вдих;
 Нейронів апнейстичного центру
- 221. В умовах експерименту на собаках визначали вентиляційно-перфузійний коефіцієнт у спокої (альвеолярна вентиляція/легеневий кровотік). Яка величина з перерахованих нижче відповідає нормі?**
 *0,8.
 0,1.
 0,3.
 1,0.
 1,5.
- 222. Яка величина кисневої ємкості крові, якщо у обстежуваного К.,28-ми років кількість Нв - 140 г/л:**
 *18,76 мл O₂ в 100 мл крові.
 20 мл O₂ в 100 мл крові.
 20,56 мл O₂ в 100 мл крові.

16,76 мл O₂ в 100 мл крові.

20,76 мл O₂ в 100 мл крові.

224. Яка величина напруги O₂ і CO₂ в артеріальній крові в нормі:

*100 мм рт. ст. і 40 мм рт. ст.

100 мм рт. ст. і 20 мм рт. ст.

40 мм рт. ст. і 46 мм рт. ст.

60 мм рт. ст. і 20 мм рт. ст.

100 мм рт. ст. і 46 мм рт. ст.

225. Обстежуваному визначали газовий склад видихуваного повітря. Результат виявився нормою Вкажіть:

*O₂ - 15,7 %, CO₂ - 3,6 %.

O₂ - 13,6 %, CO₂ - 5,3 %.

O₂ - 20,78 %, CO₂ - 0,04 %.

O₂ - 15,7 %, CO₂ - 5,3 %.

O₂ - 13,6 %, CO₂ - 3,6 %.

226. Обстежуваному визначали газовий склад вдихуваного повітря. Результат виявився нормою Вкажіть:

*O₂ - 20,78 %, CO₂ - 0,04 %.

O₂ - 15,7 %, CO₂ - 3,6 %.

O₂ - 13,6 %, CO₂ - 5,3 %.

O₂ - 15,7 %, CO₂ - 5,3 %.

O₂ - 13,6 %, CO₂ - 3,6 %.

227. Обстежуваному визначали газовий склад альвеолярного повітря. Результат виявився нормою Вкажіть:

*O₂ - 13,6 %, CO₂ - 5,3 %.

O₂ - 15,7 %, CO₂ - 3,6 %.

O₂ - 20,78 %, CO₂ - 0,04 %.

O₂ - 15,7 %, CO₂ - 5,3 %.

O₂ - 13,6 %, CO₂ - 3,6 %.

228. У пацієнта після травми головного мозку виникло порушення дихання по типу апнейзісу. Де можлива локалізація пошкодження?

*У ділянці варолієвого мозку

У середньому мозку.

У гіпоталамусі.

У лімбічній системі.

У руховій корі.

229. Які основні механізми забезпечують кондиціонування повітря:

*Зігрівання, зволоження, очищення

Зігрівання, очищення, захист.

Очищення, охолодження, зволоження.

Зігрівання, охолодження, зволоження

Очищення, захист, охолодження

230. Які ефекти з перерахованих впливів викликають скорочення м'язів бронхів і бронхіол?

*Холінергічні.

Адренергічні.

Холінергічні і адренергічні.

Пуринергічні.

Серотонінергічні.

231. Який склад характерний для альвеолярного повітря?

- *O₂ - 13,5%, CO₂ - 5,3%, N₂ - 74,9%, пари H₂O - 6,3%
- O₂ - 20,85%, CO₂ - 0,03%, N₂ - 78,62%, пари H₂O - 0,5%
- O₂ - 10,0%, CO₂ - 5,5%, N₂ - 78,0%, пари H₂O - 6,5%
- O₂ - 15,5%, CO₂ - 15,3%, N₂ - 72,9%, пари H₂O - 6,3%
- O₂ - 13,5%, CO₂ - 8,3%, N₂ - 72,9%, пари H₂O - 6,3%

232. Як називається етап дихання, під час якого здійснюється процес перенесення O₂ і CO₂ від легень до тканин?

- * газів
- зовнішнє дихання
- тканинне дихання
- внутрішнє дихання
- обмін газами в капілярах

233. Щоб вирахувати коефіцієнт легеневої вентиляції які показники необхідні?

- *ДО, ФЗЄ, МП.
- Ровд, Ровид.
- МВЛ, ХОД, ЧД.
- ЖЄЛ, ЧД.
- ФЗЄ, Ровд, Ровид

234. Визначили величину коефіцієнта альвеолярна вентиляція/легеневий кровотік, який відповідає нормі. Вкажіть з нижче перерахованих:

- *0,8.
- 1,5.
- 1,8.
- 0,5.
- 0,9.

235. Метод спірографії не дає можливості визначити:

- *ЗЄЛ
- ДО
- Ровид.
- Ровд.
- ЖЄЛ

236. Назвіть які з перерахованих показників необхідні для визначення ЗЄЛ:

- *ДО, Ровд, Ровид, ЗО.
- ЧД, ЖЄЛ, МП.
- ДО ЧД, МП, ЗО.
- ДО, Ровд, Ровид, ЧД.
- АВ, ХОД, МП.

237. Об'єм повітря, яке людина може видихнути після максимально глибокого вдиху, це:

- *Життєва ємкість легень
- Резервний об'єм видиху.
- Загальна ємкість легень
- Функціональна залишкова ємкість.
- Киснева ємкість легень.

238. Людина зробила спокійний видих і затримала дихання. Як називається об'єм повітря, яке знаходиться в легенях?

- *Функціональна залишкова ємкість легенів.
- Життєва ємкість легенів.
- Загальна ємкість легенів.

Ємкість вдиху.
Дихальний об'єм.

239. Діяльність дихального центру, що визначає частоту і глибину дихання, залежить перш за все від:

* $p\text{CO}_2$, $p\text{O}_2$ і $p\text{H}$ артеріальної крові
 $p\text{CO}_2$, $p\text{O}_2$ і $p\text{H}$ венозної крові
кількості формених елементів крові
гематокритного показника
інтенсивності вентиляції легенів

240. Який стан виникає у обстежуваного, якщо він впродовж однієї хвилини дихає атмосферним повітрям часто і глибоко?

*гіпокапнія
Гіперкапнія
Асфіксія
Гіпоксемія
Гіпоксія

241. Периферичні хеморецептори, що беруть участь в регуляції дихання, реагують переважно на зміну:

* $p\text{O}_2$ артеріальної крові
 $p\text{O}_2$ альвеолярного повітря
 $p\text{O}_2$ венозної крові
 $p\text{CO}_2$ венозної крові
 $p\text{O}_2$ венозної крові

242. Як зміниться хвилинний об'єм дихання і яка стимул-реакція в регуляції при цьому виявиться, якщо напруга кисню в артеріальній крові знизилася до 50 мм.рт.ст.?

*збільшиться (стимул-реакція гіпоксії)
збільшиться (гіперкапнічна стимул-реакція)
зменшиться (стимул-реакція гіпоксії)
зменшиться (гіперкапнічна стимул-реакція)
збільшиться (гіперосмічна стимул-реакція)

243. Як зміниться дихання, якщо в експерименті перерізувати спинний мозок на рівні першого шийного сегменту?

*станеться зупинка дихання
виникне апнейстичне дихання
збережеться еупное
виникне гаспінг дихання
виникне гіперпноє

244. Як змінюється чутливість дихального центру до гіпоксії і гіперкапнії після перерізання синокаротидного і аортального нервів?

*зникає до гіпоксії і зберігається до гіперкапнії
підвищується до гіпоксії і знижується до гіперкапнії
знижується до гіпоксії і гіперкапнії
знижується до гіпоксії і підвищується до гіперкапнії
не змінюється

245. Безпосереднім подразником для центральних хеморецепторів є зміна в позаклітинній рідині мозку концентрації:

* H^+
 O_2
 CO_2

N2
H2O

246. Стимуляція дихання при фізичному навантаженні обумовлена впливом на дихальний центр імпульсації, що поступає від

- *всі відповіді правильні
- периферичних хеморецепторів
- механорецепторів скелетних м'язів
- центральных хеморецепторів
- рухових центрів ЦНС

247. Обстежуваному Я. чол. стать 35 років в стані спокою методом спірографії встановили наступні показники. Які з перерахованих показників не відповідають нормі?

- *ЧД - 5 за 1 хвилину.
- ДО - 500 мл
- Ровд - 1,5 л.
- Ровид - 1,5 л.
- ЖЄЛ - 3,5 л.

248. В експерименті на собаці провели розтин стовбура мозку, відділивши варолієв міст від довгастого мозку. Як змінилося дихання у тварини?

- *Підвищилась частота дихальних рухів.
- Знизилась частота дихальних рухів.
- Вдих став коротший, видих триваліший.
- Вдих став триваліший, видих коротший.
- Всі вище перераховані показники.

249. У робітників, що виробляють цемент, підсилюється рефлекс кашлю, що обумовлено збудженням:

- *Іритантних рецепторів.
- Юкстакапілярних рецепторів
- Хеморецепторів легень.
- Терморецепторів легень.
- Больових рецепторів плеври.

250. У людини, яка вийшла з теплого приміщення на холодне повітря часто виникає кашель. Подразнення холодним повітрям яких рецепторів запускає рефлекс кашлю?

- *Іритантних.
- Цетральних хеморецепторів.
- Хеморецепторів дуги аорти.
- J-рецепторів альвеол.
- Механорецепторів легень.

251. В експерименті на собаці вивчали вплив різних гуморальних факторів на стимуляцію дихального центру. До яких показників крові чутливість його рецепторів найвища?

- *Концентрації H⁺ ліквору
- Напруги CO₂.
- Напруги O₂.
- Концентрації N₂.
- Концентрації CO.

252. В експерименті вивчали чутливість центральных хеморецепторів, що у довгастому мозку. Провідним фактором для подразнення цих рецепторів виявилось:

- *Підвищення концентрації H⁺.
- Зниження концентрації H⁺.
- Зменшення напруги O₂.

Підвищення напруги CO₂.

Всі перераховані фактори.

253. В експерименті собаці вводили розчини біологічно активних речовин у мале коло кровообігу. До подразнення яких рецепторів це призводить?

*Юкстамедулярних рецепторів.

Рецепторів розтягу.

Ірітантних рецепторів.

Рецепторів дуги аорти.

Рецепторів каротидних зон.

254. Під час виробничої травми робітник зазнав інтенсивного стискання грудної клітки. Подразнення яких рецепторів сприяло включенню вдиху?

Ірітантних рецепторів.

Юкстамедулярних рецепторів.

*Рецепторів дихальних м'язів.

Рецепторів верхніх дихальних шляхів.

Рецепторів плеври.

255. У спокійному стані активність дихального центру спрямована на:

*Збудження мотонейронів інспіраторних м'язів.

Збудження мотонейронів експіраторних м'язів.

Гальмування мотонейронів інспіраторних м'язів.

Гальмування мотонейронів експіраторних м'язів.

Збудження нейронів пневмотаксичного центру.

256. При фізичному навантаженні змінюється рівень O₂, CO₂, рН крові. Найбільш ефективним подразником хеморецепторів каротидного синусу, який збільшує вентиляцію легень, є:

*Низький рівень O₂ в крові.

Підвищення напруги O₂ в крові.

Низький рівень CO₂ в крові.

Накопичення лактату в крові.

Підвищення рН крові.

257. При дослідженні збудливості нейронів дихального центру реєстрували активність I-нейронів. В яку фазу дихального циклу збудливість цих нейронів максимальна?

*При вдиху.

При видиху.

При затримці дихання на вдиху.

При затримці дихання на видиху.

В дихальну паузу.

258. Обстежуваний зробив максимально глибокий вдих і затримав дихання. Які об'єми знаходяться в легенях?

*Резервний об'єм вдиху, дихальний об'єм, резервний об'єм видиху, залишковий об'єм

Резервний об'єм вдиху і дихальний

Дихальний об'єм, резервний об'єм видиху, залишковий об'єм

Залишковий об'єм видиху, резервний об'єм вдиху, дихальний об'єм

Дихальний об'єм, залишковий об'єм

259. Двоє обстежуваних, один з яких провів довільну гіпервентиляцію легень, а другий - ні. Після цього визначили тривалість затримки дихання. У першого вона виявилась тривалішою, тому що:

*Зменшення PCO₂ призводить до зниження збудливості дихального центру.

Збільшення PO_2 призводить до зниження збудливості дихального центру. Підвищення PCO_2 призводить до зниження збудливості дихального центру.
Зниження PCO_2 призводить до підвищення збудливості дихального центру. Зменшення PO_2 призводить до підвищення збудливості дихального центру.

260. При диханні газовою сумішшю, що містить меншу концентрацію O_2 при нормальному рівні CO_2 визначали реакцію на гіпоксію в нормі:

*Чутливість до зниження PO_2 нижча, ніж до збільшення PCO_2

Чутливість до зниження PO_2 вища, ніж до збільшення PCO_2

Чутливість до підвищення PO_2 вища, ніж до зниження PCO_2

Чутливість до підвищення PO_2 нижча, ніж до зниження PCO_2

Всі варіанти вірні

261. У альпініста на висоті 6000 метрів на рівнем моря під час відпочинку спостерігалась зміна режиму дихання: глибоке дихання переривалося затримками дихання. Причиною цього було:

Зменшення парціального тиску CO_2 у повітрі.

Підвищення парціального тиску CO_2 у повітрі.

Підвищення парціального тиску O_2 у повітрі.

*Зниження парціального тиску O_2 у повітрі.

Підвищення КЕК.

262. До плода по пупковій вені надходить змішана кров. За рахунок чого компенсується низька напруга O_2 ?

Інтенсивності метаболічних процесів.

Швидкості кровотоку.

Зниження спорідненості фетального гемоглобіну до O_2 .

*Підвищення спорідненості фетального гемоглобіну до O_2 .

Всі варіанти вірні.

263. У передстартовому стані спортсмену-бігуну необхідно підвищити концентрацію O_2 у м'язах. Яким чином це можна зробити?

*Дихати в режимі гіпервентиляції.

Дихати в режимі гіповентиляції.

Робити швидкий вдих та повільний видих.

Подихати чистим киснем.

Випити 50 мл 20 % глюкози.

264. Після декількох інтенсивних довільних дихальних рухів (гіпервентиляції) спортсмену на деякий час дихати "не хочеться". Що є причиною виникнення такого стану?

Підвищується величина рН крові.

*Знижується збудливість дихального центру.

Підвищується збудливість дихального центру.

Підвищується парціальний тиск CO_2 .

Знижується парціальний тиск O_2 .

265. У альпініста 27 років на висоті 5000 метрів над рівнем моря вперше під час сну змінився характер дихання. За кількома глибокими вдихами настає зупинка дихання, за якою знову виникають глибокі дихальні рухи і т.д. Яка найімовірніша причина зміни зовнішнього дихання?

*Зниження парціального тиску O_2 в повітрі.

Зниження парціального тиску CO_2 в повітрі.

Підвищення кисневої ємності крові.

Збільшення об'ємної швидкості кровотоку.

Зниження температури повітря.

266. Внаслідок фізичного навантаження киснева ємкість крові у людини збільшилась зі 180 до 200 мл/л. Основною причиною цього є те, що при фізичному навантаженні збільшується:

- *Вміст гемоглобіну в одиниці об'єму крові.
- Дифузійна здатність легень.
- Вміст кисню в альвеолах.
- Спорідненість гемоглобіну до кисню.
- Хвилинний об'єм дихання.

267. Студенти тривалий час знаходилися у непровітрюваній кімнаті. У них виникли зміни дихання. На зміну якого параметра крові реагують периферичні хеморецептори каротидного синуса?

- *Зниження напруження кисню в артеріальній крові.
- Підвищення напруження кисню в артеріальній крові.
- Зниження напруження вуглекислого газу в артеріальній крові.
- Підвищення концентрації водневих іонів в артеріальній крові.
- Зниження концентрації водневих іонів в артеріальній крові.

268. У туриста на висоті 5200 м з'явилось відчуття м'язової слабості, задишка при ходьбі, тахікардія. Який із факторів викликав ці симптоми?

- *Зниження парціального тиску кисню в повітрі.
- Зниження барометричного тиску.
- Недостатність кисню в повітрі.
- Газова емболія.
- Повітряна емболія.

269. Під час швидкого підйому водолаза з глибини розвивається кесонна хвороба. Чим обумовлений її механізм?

- Наявністю в тканинах і крові великої кількості кисню
- *Наявністю в тканинах і крові великої кількості інертного газу азоту
- Наявністю в тканинах і крові великої кількості вуглекислого газу
- Наявністю в тканинах і крові великої кількості продуктів метаболізму
- Всіма вище перерахованими причинами.

270. Чим у плода компенсується низький рівень напруги кисню у крові

- *Підвищеною спорідненістю фетального гемоглобіну до кисню
- Швидкістю кровотоку
- Підвищеною кількістю еритроцитів у крові
- Швидкістю метаболічних процесів
- Зниженою спорідненістю фетального гемоглобіну до кисню

271. При диханні під водою при високому парціальному тиску виникають ускладнення. Як бажано змінити повітря, щоб запобігти ускладнень?

- Збільшити парціальний тиск кисню.
- *Замінити азот гелієм.
- Зменшити парціальний тиск вуглекислого газу.
- Збільшити парціальний тиск вуглекислого газу.
- Зменшити парціальний тиск кисню.

272. В останніх експедиціях Ів Кусто обов'язково брав барокамеру, якою здійснював допомогу пірнальникам при кесонній хворобі. Що роблять з потерпілим в барокамері?

- Знижують тиск.
- Підвищують тиск з надлишком кисню.
- *Спочатку швидко підвищують тиск, а потім поступово знижують.
- Спочатку понижують тиск, а потім поступово підвищують.

Підвищують тиск.

273. Кров яка відтікає від легень містить дещо менше O₂, ніж в ідеальних умовах.

Причиною цього може бути:

*Наявність артеріовенозних шунтів у мікроциркуляторному руслі легень.

Відсутність артеріовенозних шунтів у мікроциркуляторному руслі легень

Підвищена швидкість кровотоку.

Знижена швидкість кровотоку.

Підвищена напруга CO₂ в крові.

274. У пацієнта встановлено підвищення 2,3-дифосфогліцерату. В який бік зміститься крива дисоціації оксигемоглобіну внаслідок зміни рН?

*Вправо.

Вліво.

Вверх.

Вниз.

Не зміниться.

275. У пацієнта газообмін через легенево-капілярну мембрану залежить від:

*Усіх перерахованих

Площі дифузійної поверхні.

Товщини мембрани.

Градiєнту тиску газу.

Коефіцієнту дифузії.

276. Під час обстеження хворого 72 років з захворюванням легень виявлено, що тиск CO₂ в артеріальній крові складає 48 мм.рт.ст., а рН 7,3. До виникнення якого стану внутрішнього середовища організму можуть призвести такі зміни?

*Ацидоз.

Гіпокапнія.

Гіпоксія.

Алкалоз.

Гіпоксемія.

277. У хворого з вираженими симптомами гіпоксії встановлено порушення здатності гемоглобіну транспортувати кисень. Гіпербарична оксигенація покращила стан хворого. Який механізм дії?

*Збільшення розчиненого в плазмі кисню.

Збільшення утворення оксигемоглобіну.

Підвищення дисоціації оксигемоглобіну.

Зниження кисневої ємкості крові.

Збільшення спорідненості гемоглобіну до кисню.

278. Який результат на дихальний центр справляє подразнення центральних хеморецепторів?

Стимулюють інспіраторні нейрони, гальмують експіраторні.

Не змінюють активність обох груп нейронів

Стимулюють експіраторні нейрони, гальмують інспіраторні.

*Стимулюють інспіраторні нейрони і експіраторні.

Гальмують інспіраторні нейрони і експіраторні.

279. У осіб, які знаходяться біля курців, які палять, часто виникає кашель. Подразнення яких рецепторів запускає цей рефлекс?

*Іритантних.

Цетральних хеморецепторів.

Хеморецепторів дуги аорти.

J-рецепторів альвеол.

Іритантних рецепторів нижніх дихальних шляхів.

280. Перед пірнанням під воду виловлювачі перлин роблять декілька глибоких вдихів та видихів. Що забезпечують ці рухи?

*Максимально можливе виведення CO_2 із організму

Збільшення кровотоку в малому колі кровообігу

Адаптацію організму до тимчасового припинення дихання

Збільшення дифузійної здатності легень

Забезпечення організму запасом кисню

281. У пацієнта захворювання бронхолегеневої системи, яке супроводжується підвищенням тонузу гладком'язових елементів бронхів. В який час доби найбільша вірогідність виникнення спазму бронхів (враховуючи циркадний ритм тонузу бронхів)?

Близько 24-ої години ночі

Близько 12-ої години дня

Близько 18-ої години вечора

Близько 10-ої години ранку

*Близько 6-ої години ранку

282. Чи змінюється дихання під час сну?

*Можливі короткочасні епізоди апноє

Виникає апнейстичне дихання

Не змінюється

Виникає дихання Куссмауля

Виникає гаспінг-дихання

283. Як вплине на процес виділення вуглекислого газу з крові дихання чистим киснем?

Виділення вуглекислого газу не змінюється

*Виділення вуглекислого газу з крові збільшується

Виділення вуглекислого газу з крові зменшується

Виділення вуглекислого газу з крові зменшується, а потім збільшується

Правильної відповіді немає

284. Дифузія CO_2 в легенях здійснюється відповідно градієнта парціального тиску і парціальної напруги по обидві сторони легеневої мембрани, який рівний:

6 мм рт.ст.

40 мм рт.ст.

46 мм рт.ст.

*60 мм рт.ст.

9 мм рт.ст

285. У хворого виявлено порушення легеневої вентиляції по обструктивному типу. Яку методику можна використати для підтвердження діагнозу

Бронхоскопію

Визначення резерву дихання

Рентгенографію

Спірографію

*Тест Теффно

286. В експерименті подразнювали пневмотаксичний центр варолієвого мосту. Це викликало:

Подовження вдиху.

Подовження видиху.

*Лімітує тривалість вдиху.

Лімітує видих.

Не викликає змін.

287. Під час експерименту на собаці подразнювали центральні хеморецептори. Як змінювалося дихання при цьому?

*Посилювався вдих і видих.

Посилблювався вдих, послаблювався видих.

Послаблювався вдих і видих.

Послаблювався вдих, посилювався видих.

Змін в диханні не відмічалось.

288. Лікар записав в історії хвороби, що у хворого дихання поверхневе (знижена глибина дихання). Це означає, що зменшеним є такий показник зовнішнього дихання:

*Дихальний об'єм

Хвилинний об'єм дихання

Життєва ємкість легень

Ємкість вдишу

Функціональна залишкова ємкість

289. У хворого нормальна величина дифузійної здатності легень, але знижена дифузія газів у легенях. Зменшення якого з наведених чинників є причиною цього:

Швидкість кровотоку в капілярах

Товщина альвеолокапілярної мембрани

Площа поверхні, через яку відбувається дифузія

Коефіцієнт дифузії

*Градiєнт тисків газів в альвеолах та крові

290. Адаптація системи дихання до умов високогір'я залучає всі з наведених механізмів, крім:

*Зменшення кількості капілярів

Збільшення кількості еритроцитів і рівня гемоглобіну

Збільшення дифузійної здатності

Зсув кривої дисоціації оксигемоглобіну

Збільшення альвеолярної вентиляції

291. Пацієнту, що страждає бронхітом, потрібно провести спірометрію. Який з легеневих об'ємів неможливо визначити за допомогою цієї методики?

Дихальний об'єм

Життєву ємність легенів

Резервний об'єм видошу

*Залишковий об'єм

Резервний об'єм вдишу

292. В експерименті на собаці викликали рефлекс Геринга-Брейєра. Було помічено, що подразнення певних рецепторів легень гальмує вдих. Що це за рецептори?

М'язові веретена

Іритантні

*Рецептори розтягнення

Плевральні

Юкстамедулярні рецептори

293. При фізичному навантаженні під час форсованого дихання людина мимоволі переходить на дихання через рот, тому що це призводить до:

Зниження еластичного опору

*Зниження аеродинамічного опору

Зниження сил гравітації

Підвищення аеродинамічного опору

Зниження поверхневого натягу

294. Зміна об'єму легень при спокійному диханні викликає збудження рецепторів:

Іритантних.

Юкстаальвеолярних.

Хеморецепторів.

*Розтягнення.

Юкстакапілярних.

295. Гіперпноє після довільної затримки дихання виникає внаслідок:

Немає правильної відповіді.

Зниження в крові напруги O₂.

Підвищення в крові напруги O₂.

Підвищення в крові напруги CO₂.

*Зниження в крові напруги CO₂.

296. Скорочення дихальних м'язів повністю припиняється після перерізу спинного мозку на рівні:

Нижніх шийних сегментів.

*Верхніх шийних сегментів.

Верхніх грудних сегментів.

Немає правильної відповіді.

Нижніх грудних сегментів.

297. В експерименті визначали зміни тиску у плевральній щілині під час вдиху. В нормі при вдиху тиск:

Не змінюється

Стає вищим 27мм вод.ст.

Стає вищим 17мм вод. ст.

*Стає ще нижчим -7,5мм вод.ст.

Стає нижчим 17мм вод.ст.

298. Дихання через рот змінює аеродинамічний опір:

*Знижує на 30-40%

Знижує на 50-60%.

Підвищує на 30-40%.

Знижує на 40-50%.

Підвищує на 10-15%

299. У хворого з бронхіальною астмою звужені бронхи. Які дихальні м'язи в цьому випадку будуть забезпечувати спокійний вдих:

*Основні і допоміжні інспіраторні

Основні експіраторні і інспіраторні м'язи

Лише основні інспіраторні м'язи

Основні і допоміжні експіраторні м'язи

Лише експіраторні м'язи

300. У передчасно народженої дитини були виявлені ділянки ателектазу. Чим це можна пояснити:

Недорозвинені грудні м'язи

*Знижена концентрація сурфактантів

Знижена сила поверхневого натягу

Збільшена концентрація сурфактантів

Збільшений в'язкий опір

301. У досліді Фрідеріка з перехрестним кровопостачанням у одної собаки переживають трахею, в результаті чого у другій виникає...

ейпное
гіпопноє
*гіперпноє
періодичне дихання
асфіксія

302. У результаті поранення у чоловіка 35 років наступив повний розрив спинного мозку на рівні першого шийного хребця. Як зміниться характер дихання?

*Зупиниться
Збережеться грудне, зникне діафрагмальне
Збережеться діафрагмальне, зникне грудне
Стане рідким і глибоким
Не зміниться

303. По проханню лікаря хворий після звичного вдиху зробив максимально глибокий видих. Які м'язи з нижче перерахованих беруть участь у такому видиху?

Трапецевидні
Діафрагма
Внутрішні міжхрящові
Зовнішні міжреберні
*Живота

304. Групі хворих з недостатністю функції дихання рекомендовані заняття дихальною гімнастикою. Які показники зовнішнього дихання Ви використовуватимете для оцінки ефективності лікувальної гімнастики? Виберіть найправильнішу і якнайповнішу відповідь.

Сила вдиху і видиху
Життєва ємкість легенів
*Частота дихання, життєва ємкість легенів, сила вдиху і видиху
Данні пневмотахометрії
Частота дихання

305. Головні респіраторні нейрони, що беруть участь в регуляції дихання:

Розташовані у мосту
*Посилають регулярні імпульси до інспіраторних м'язів під час спокійного дихання
Посилають регулярні імпульси до експіраторних м'язів під час спокійного дихання
Не реагують на подразнення рецепторів болю
Не реагують на імпульси, які посилаються з кори великих півкуль

СИТУАЦІЙНІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ КІНЦЕВОГО РІВНЯ ЗНАНЬ з теми «Фізіологія дихання»

№1. Чому при операціях на відкритому серці необхідна штучна вентиляція легенів?

№2. У результаті руйнування легеневої тканини у хворого на туберкульоз утворився постійний зв'язок бронхів з плевральною порожниною (спонтанний пневмоторакс). Як це відіб'ється на дихальних екскурсіях легень? Як зміняться контури ураженої легені на рентгенограмі?

№3. При проникаючому пораненні грудної клітки у потерпілого з'явилися ознаки задухи. Чим це викликано, якщо його дихальні шляхи не пошкоджені?

- №4.** Пацієнту проводиться штучна вентиляція легень з хвилинним об'ємом дихання - 5 л/хв. В якому випадку альвеолярна вентиляція легень буде більшою: при диханні з частотою 20/хв чи 10/хв? Обґрунтуйте свою відповідь розрахунком.
- №5.** При дослідженні функції дихання у людини застосовують пробу із затримкою дихання на вдиху (проба Штанге). Чому час затримки дихання суттєво збільшується після попередньої довільної гіпервентиляції?
- №6.** Вміст гемоглобіну в крові хворого 80 г/л. Патологічних змін в легенях не виявлено. Яка киснева ємність крові у цього хворого? Чи змінилась напруга кисню в артеріальній крові? Які Ваші припущення щодо механізму виникнення у даного хворого задишки (почуття «нестачі повітря») навіть при незначному фізичному навантаженні?
- №7.** При сходженні в гори в альпіністів може розвинутися «гірська хвороба»: задишка, головний біль, запаморочення, галюцинації. Місцеві жителі високогір'я не страждають на неї. Поясніть механізм розвитку симптомів «гірської хвороби» і компенсаторні механізми, що розвинулися у жителів високогір'я.
- №8.** Чому при анестезії слизової оболонки ротової порожнини збільшується небезпечність аспірації (потрапляння в дихальні шляхи) слини і їжі?
- №9.** Акушерка стверджує, що дитина народилася мертвою. Як можна підтвердити або спростувати це твердження?
- №10.** У клініку поступив пацієнт І. 35 років з проникаючим пораненням грудної клітки. У потерпілого з'явилися ознаки задухи. Чим це викликано, якщо його дихальні шляхи не пошкоджені?
- №11.** На занятті з фізіології відбулася суперечка двох студентів. Один студент стверджував, що легені розширюються і тому в них надходить повітря, другий - що повітря надходить в легені і тому вони розширюються. Хто із двох сторін прав?
- №12.** Для надання реанімаційної допомоги хворому дали подихати газовою сумішшю, яка збагачена киснем із додаванням 4% вуглекислого газу (карбоген). Для чого до кисню додали вуглекислий газ?
- №13.** Два спортсмени з однаковими антропометричними даними і параметрами зовнішнього дихання вирішили влаштувати змагання на тривалість перебування під водою. Один із них пірнув під воду після попередньої довільної гіпервентиляції, другий пірнув під воду, зробивши глибокий вдих. Хто з них більш тривалий час пробуде під водою? Чому?
- №14.** Пацієнту Б., 38 років діагностували емфізему легенів, при якій еластичність легеневої тканини істотно зменшується. Яка клінічна картина буде спостерігатися у даного пацієнта?
- №15.** В клініку доставлений пацієнт І. 32 років з травмою спинного мозку на рівні С₆. Як і чому зміниться дихання у даного пацієнта?
- №16.** Кількість гемоглобіну в крові хворого Д. 52 років - 80 г/л. Чоловік скаржиться на появу відчуття «нестачі повітря» навіть при незначному фізичному

навантаженні. Патологічних змін в легенях не виявлено. У чому причина виникнення подібних скарг?

№17. Якщо новонародженому при перев'язці пуповини затягувати лігатуру дуже повільно, то перший вдих може не статися і дитина загине. Чому?

№18. У лікарню поступив хворий А. 24 років, врятований під час пожежі. У потерпілого спостерігалися слабкість, запаморочення, прискорення серцебиття. Який механізм подібних явищ? Як позбавити потерпілого від цих симптомів без лікарських препаратів?

№19. При підготовці до серйозних змагань спортсмени тренуються в умовах високогір'я (приблизно 2-3 км над рівнем моря) протягом місяця і більше. Під час розминок, навіть у теплу пору року, спортсмени одягають утеплені костюми (гріють м'язи). Вкрай рідко бувають «порушники», які додатково використовують фармакологічний препарат, що містить гормон для посилення фізіологічного ефекту тренувань в горах. *Запитання:*

1. Що дають тренування в умовах високогір'я?
2. Навіщо треба розігрівати м'язи?
3. Про який гормон йдеться і в чому його фізіологічне значення?

№20. Проведено дослідження з вивчення впливу на організм людини дихання в замкнутому просторі (мішок Дугласа). Проаналізовано два варіанти:

а) випробуваний робить вдих і видих через дуже коротку трубку, з'єднану зі спеціальним мішком Дугласа, який заповнений атмосферним повітрям; одночасно реєструється пневмограма, вміст оксигемоглобіну в крові і частота серцевих скорочень (дослідження припиняється при виникненні задишки);

б) випробуваний також дихає через коротку трубку, з'єднану з мішком Дугласа, але при цьому повітря, що видихається проходить через поглинач вуглекислого газу; також реєструється пневмограма, вміст оксигемоглобіну і частота серцевих скорочень (дослідження припиняється при виникненні задишки). *Запитання:*

1. Яке дослідження тривало довше - перше (а) або друге (б)?
2. Які зміни показників, що реєструвались, спостерігаються в першому і другому варіанті дослідження і чому, і у якого випробуваного вони раніше почнуться?
3. Зміни яких гомеостатических параметрів у організмі призводять до задишки?

№21. У двох студентів однакового віку і статури після забігу на 5000 м зареєстровані показники зовнішнього дихання. У першого студента частота дихання (ЧД) склала 40/хв, дихальний об'єм (ДО) - 500 мл. У другого студента ЧД склала 27/хв, а ДО - 1200 мл. Обсяг мертвого простору в обох студентів дорівнює 150 мл, залишковий обсяг - 1000 мл, а резервний обсяг видиху - 1500 мл.

Запитання:

1. Чому при бігу змінюються параметри зовнішнього дихання?
2. Чому рівні коефіцієнти легеневої вентиляції у студентів?
3. У кого більш ефективне дихання?

№22. Які дані необхідні для розрахунку коефіцієнту легеневої вентиляції і що він означає ?

№23. Хвора, що прийняла велику дозу снодійних (барбітуратів), поступила у клініку з різко пригнобленим диханням. Відомо, що барбітурати знижують чутливість нейронів дихального центру до вуглекислого газу. Лікар вирішив призначити хворій дихання чистим киснем.

Запитання: 1. Поясніть, чи правильне рішення прийняв лікар в даному випадку? 2. Що слід зробити, щоб уникнути небажаних наслідків?

№24. Серед клінічних проблем, що виникають у новонароджених, особливо виділяють *респіраторний дистрес-синдром недоношених*, пов'язаний із недоліком вироблення сурфактанта, що покриває внутрішню поверхню легеневих альвеол. *Запитання:*

1. Що собою являє сурфактант?

2. Яка його основна роль в фізіології дихання?

№25. У плода існують дихальні рухи. *Запитання:*

1. На якому терміні внутрішньоутробного життя вони з'являються і яка їхня частота?

2. Чому навколоплідна рідина не потрапляє в дихальні шляхи плоду?

№26. При першому вдиху обсяг повітря, що видихається в 2-3 рази менше, ніж обсяг вдихуваного. Поясніть чому?

№27. Відомо, що у внутрішньоутробному періоді дихальні шляхи плоду заповнені рідиною, яка секретується шляхом активного транспорту. Рідина, що заповнює альвеоли плода, видаляється протягом 2-4 годин після народження. Якими шляхами?

№28. Новонароджені можуть виживати в гіпоксичних умовах, які смертельні для дорослих, і довго перебувати під водою. Поясніть чому?

№29. Якщо у людини без патології грудної клітки і дихальних м'язів відбудеться звуження бронхів (наприклад, при нападі бронхіальної астми), то як і чому у нього зміняться резервний обсяг видиху, залишковий обсяг легенів і функціональна залишкова ємність (збільшиться, зменшиться або не зміниться)? Обґрунтуйте свою відповідь.

№30. В результаті локальної травми хребта у людини, яка пірнала у річку, відбулося виключення грудного дихання при збереженні діафрагмального дихання і функцій м'язів рук. Які сегменти спинного мозку при цьому вражені?

№31. Час затримки дихання після максимального вдиху (проба Штанге) майже в 2 рази більше, ніж після максимального видиху (проба Генча). Поясніть різницю результатів цих проб. Як зміниться різниця часу цих проб у людини зі збільшеним залишковим об'ємом легенів (наприклад, при емфіземі).

№32. У людини з кисневим голодуванням (гіпоксією), що викликана гострою крововтратою, у результаті накопичення молочної кислоти відбулося зниження рН крові (розвинувся метаболічний лактат-ацидоз). Використовуючи свої знання з регулювання КОС, напишіть, як зміняться в крові у порівнянні з нормою SB , P_{CO_2} , BE і в сечі - титраційна кислотність і вміст амонію. Обґрунтуйте свою відповідь.

№33. У пацієнта з гострою гіпоксією і підвищеною концентрацією молочної кислоти у крові розвинувся декомпенсований метаболічний ацидоз: у крові $pH = 7,18$; $P_{CO_2} = 35$ мм рт. ст. ; $SB = 20$ ммоль/л; $BE = -10,5$ ммоль/л. Маса пацієнта 71 кг. Для корекції ацидозу йому потрібно внутрішньовенно перелити розчин $NaHCO_3$. Який показник КОС Ви використаєте для розрахунку і яку приблизно кількість бікарбонату натрію можна перелити пацієнту для нормалізації показників КОС.

№34. Розрахуйте ефективність легеневої вентиляції при дихальних об'ємах (ДО), рівних 500 мл, 1000 мл, 1500 мл за умови, що функціональна залишкова ємність (ФЗЄ) дорівнює 2500 мл.

№35. Розрахуйте, чому дорівнюють дихальний об'єм (ДО), резервні об'єми вдику і видиху (РОВд і РОвид), функціональна залишкова ємність (ФЗЄ) і ємність вдику (Євд), якщо життєва ємність кість легень (ЖЄЛ) дорівнює 4000 мл, а співвідношення складових її обсягів знаходиться в межах норми?

№36. Розрахуйте, чому дорівнює належна ЖЄЛ у жінки ростом 165 см у 30 річному віці?

№37. Розрахуйте належну ЖЄЛ у чоловіка у віці 45 років, якщо його зріст 181 см.

№38. Дослідження дихальних об'ємів у людини 65 років, зростом 170 см показало, що ЖЄЛ дорівнює 4800 мл, ЗЄЛ (загальна ємність легенів) 6800 мл. Визначте, чи є порушення легеневої вентиляції у цієї людини, якщо співвідношення дихальних об'ємів, що є складовими ЖЄЛ, залишилися в межах норми.

№39. Розрахуйте, на яку величину зміниться хвилиний об'єм дихання (ХОД), якщо у спокої число дихальних рухів (ЧД) дорівнювало 20 за хв, ДО 600 мл, а при фізичній роботі ЧД збільшилась вдвічі, ДО на 300 мл.

№40. Розрахуйте, чому повинна дорівнювати ЖЄЛ у чоловіка, основний обмін (ОО) якого дорівнює 1800 ккал на добу?

№41. Розрахуйте належну ЖЄЛ у жінки, якщо відомо, що її ОО дорівнює 1500 ккал на добу.

№42. Розрахуйте, чому приблизно дорівнює об'єм альвеолярного повітря в кінці звичайного видиху і в кінці звичайного вдику.

№43. Розрахуйте, як змінюється склад альвеолярного повітря при спокійному диханні.

№44. Спірометрія показала, що ЖЄЛ випробуваного дорівнює 3800 мл. З них РОВд становить 1700 мл, РОвид 1500 мл. Розрахуйте, скільки повітря надходить у цієї людини в альвеоли за 1 хв, якщо за цей час він робить 18 дихальних рухів?

№45. Три людини однакового віку і статури беруть участь у бігу на 1000 м. У кінці дистанції ХОД у першого і другого склало по 120 000 мл, у третього 60 000 мл. Частота дихання дорівнює відповідно 40, 80 і 40 за хвилину. Розрахуйте, який бігун найбільш тренований і чому?

№46. Визначення показало, що ЖЄЛ випробуваного дорівнює 3000 мл. Із них 400 мл становить ДО. Розрахуйте, які у цієї людини об'єм альвеолярного повітря і

коефіцієнт легеневої вентиляції, якщо відомо, що співвідношення дихальних об'ємів ЖЄЛ нормальне? Обсяг мертвого простору прийняти за 150 мл.

№47. Поясніть, чи відповідають наведені дані дійсності? Відношення ХОД до маси тіла (кг) в період новонародженості дитини становить 190 мл/кг, в 1 рік -100 мл/кг, в 6 років -300 мл/кг, у дорослої людини 170 мл/кг.

№48. Розрахуйте величину хвилинного об'єму дихання у новонародженої дитини в спокої, якщо дихальний об'єм дорівнює 20 мл.

№49. Розрахуйте, у скільки разів хвилинний об'єм дихання дорослої людини в стані спокою більше хвилинного об'єму дихання новонародженої дитини, якщо ДО дорослого дорівнює 500 мл.

№50. У деяких хворих на бронхіальну астму в ранній її стадії відбувається збільшення ЖЄЛ. При лікуванні величина ЖЄЛ повертається до початкової. Поясніть це явище?

Відповіді на ситуаційні завдання

для перевірки кінцевого рівня знань з теми «Фізіологія дихання»

№1. Операції на серці вимагають розтину грудної порожнини. При цьому порушується герметичність грудної порожнини і самостійне дихання стає неможливим (легені не будуть слідувати за рухами грудної клітки і діафрагми).

№2. Порушення герметичності плевральної порожнини (відкритий пневмоторакс) призводить до того, що плевральний тиск стає рівним атмосферному. Уражена легеня спадається, не бере участі в диханні. Контури ураженої легені на рентгенограмі зменшуються.

№3. Порушення герметичності плевральної порожнини – відкритий пневмоторакс.

№4. Хвилинний обсяг дихання, $\text{ХОД} = \text{ДО} \times \text{ЧД}$, де ДО - дихальний об'єм. ЧД - частота дихання.

Альвеолярна вентиляція легенів, $\text{АВЛ} = \text{ХОД} - (\text{МП} \times \text{ЧД})$, де МП - обсяг анатомічного мертвого простору (близько 0.15 л).

Випадок 1: $\text{АВЛ} = 5 - (0.15 \times 20) = 5 - 3 = 2 \text{ л/хв.}$

Випадок 2: $\text{АВЛ} = 5 - (0.15 \times 10) = 5 - 1.5 = 3.5 \text{ л/хв.}$

Таким чином, у другому випадку за 1 хвилину через альвеоли пройде на 1,5 л повітря більше, ніж в першому.

№5. Основним стимулом до здійснення вдиху і виникнення відчуття «нестачі повітря» є збудження дихального центру при *підвищенні напруги CO_2 в крові*. Гіпервентиляція веде до гіпокапнії і, отже, до можливості більш тривалої затримки вдиху. (При гіпервентиляції не відбувається істотного збільшення вмісту O_2 в крові, так як початково кров практично повністю ним насичена).

№6. *Киснева ємність крові (КЄК)* - максимальна кількість O_2 , яка може бути зв'язана гемоглобіном в 1 л крові (1 г гемоглобіну зв'язує близько 1.36 мл кисню). В нормі $\text{КЄК} = 200 \text{ мл } \text{O}_2 / \text{л.}$

У задачі КЄК = 1.36 x 80 дорівнює близько 110 мл O₂/л. Через зниження КЄК навіть при невеликих навантаженнях виникають гіпоксія тканин, порушення процесів тканинного дихання і метаболізму, *ацидоз*. Ацидоз призводить до збудження дихального центру і гіпервентиляції.

№7. Деякі механізми розвитку гірської хвороби. Зниження атмосферного тиску на висоті призводить до зниження парціального тиску кисню в повітрі, яке вдихається, і, отже, *напруги O₂ у крові (гіпоксемія)*. Гіпоксемія:

- 1) супроводжується *гіпоксією тканин*, в тому числі головного мозку;
- 2) через периферичні хеморецептори стимулює:
 - прессорний відділ судинного центру, що призводить до підвищення артеріального тиску (можлива причина головного болю, запаморочення);
 - дихальний центр, який викликає виникнення *задишки* (відчуття «нестачі повітря») і до *гіпервентиляції*.

Внаслідок гіпервентиляції знижується напруга CO₂ у крові (гіпокапнія), що може викликати спазм мозкових судин (CO₂ - вазодилітатор) і посилення гіпоксії мозку.

Компенсаторні механізми:

- абсолютний еритроцитоз за рахунок посилення еритропоезу;
- збільшення вмісту гемоглобіну в еритроциті;
- зрушення кривої дисоціації оксигемоглобіну вправо;
- збільшення густоти капілярної мережі в тканинах;
- збільшення активності окислювальних ферментів;
- адаптація сенсорних систем до гіпоксії («гипоксическая глухота»).

№8. «Центр ковтання» знаходиться в реципрокних взаєминах з центрами жування і дихання. Збудження нейронів центру ковтання призводить до гальмування жування, затримці дихання і до закриття надгортаником входу в гортань. Порушення цієї координації, зокрема, при анестезії рецепторів ротової порожнини і глотки, може призводити до аспірації - потрапляння їжі в дихальні шляхи.

№9. У дитини, яка народилася живою, в легені надходить повітря, тому шматочок легенів, взятий при патологоанатомічному дослідженні і поміщений у воду, спливає на поверхню води, тоді як безповітряні легені мертворожденної дитини тонуть у воді.

№10. При проникаючому пораненні грудної клітки порушується герметичність плевральної порожнини і надходження в неї повітря, тобто виникає відкритий пневмоторакс, що призводить до спадання легені на стороні ураження. Виключення легені призводить до появи ознак задухи.

№11. Перший студент прав, якщо мова йде про природне дихання, що засноване на всмоктуючому механізмі, однак другий студент теж прав, якщо мова йде про штучне дихання, де використовується нагнітальний механізм.

№12. Це роблять для збільшення парціального тиску вуглекислого газу в артеріальній крові, тому що головний стимулятор діяльності дихального центру - вуглекислий газ.

№13. Спортсмен після довільної гіпервентиляції, тому що в його крові знизиться парціальний тиск вуглекислого газу - головного стимулятора дихального центру.

№14. Хворий страждає задишкою, яка характеризується подовженням видиху; дихання на початку видиху гучне, свистяче. При фізичних зусиллях в акт дихання залучається допоміжна мускулатура, для полегшення дихальних екскурсій хворий використовує положення ортопное з нахиленим вперед тулубом, спершись руками об коліна, край ліжка, спинку стільця. Дифузійна здатність легенів і еластична тяга істотно знижені. Зростає хвилинний обсяг вентиляції, забезпечуючи близький до нормального рівень напруги CO_2 і достатню оксигенацію крові, таких хворих нерідко називають «рожевими пихтельщиками».

№15. Збережеться діафрагмальне дихання. Так, як ядро діафрагмального нерва розташоване в C_3 - C_5 сегментах спинного мозку, то зв'язок їх з бульбарним дихальним центром буде збережений. Реберне дихання буде відсутнє в результаті переривання зв'язку мотонейронів грудних сегментів з дихальним центром.

№16. У хворого знижений показник кисневої ємності крові (КЄК). У нормі КЄК = 160-220 мл O_2 /л (1г гемоглобіну зв'язує близько 1,36 мл кисню). За умовами завдання КЄК = $1,36 \times 80 = 108,8$ мл O_2 /л. Через зниження КЄК навіть при невеликих навантаженнях виникають гіпоксія тканин, порушення процесів тканинного дихання і метаболізму, ацидоз. Ацидоз призводить до збудження дихального центру і гіпервентиляції.

№17. При повільному перетисканні пуповини поява найпотужніших стимулів дихання, таких як гіперкапнія, гіпоксія та ацидоз, відбувається повільно і вони не роблять достатнього збуджувального впливу на дихальний центр.

№18. Симптоми, що з'явилися у потерпілого при легкому отруєнні чадним газом, викликані наростаючою гіпоксією, так як гемоглобін став з'єднуватися з чадним газом і перестав транспортувати кисень. Спорідненість гемоглобіну до чадного газу в 200 разів більша, ніж до кисню. При легкому отруєнні досить винести потерпілого на свіже повітря, але набагато ефективніше дихання чистим киснем.

№19. 1. Тренування в горах підвищують кисневу ємність крові за рахунок посилення еритропоезу, який стимулюється еритропоетином. Продукція еритропоетину посилюється при гіпоксії ниркової тканини. Гіпоксія всіх тканин, і ниркової в тому числі, розвивається в результаті зміни газообміну між альвеолярним повітрям і кров'ю (зниження парціального тиску O_2 і CO_2 в альвеолярному повітрі при диханні в умовах зниженого атмосферного тиску).

2. Тепло, що продукується при скороченні скелетних м'язів, підсилює дисоціацію оксигемоглобіну для кращого забезпечення м'язів киснем. Спортсмени намагаються краще і довше зберегти тепло за допомогою теплового одягу, щоб поліпшити оксигенацію м'язів.

3. Мова йде про еритропоетин, який підсилює еритропоез в червоному кістковому мозку для збільшення кисневої ємності крові.

№20 1. Друге дослідження (б) тривало довше, так як випробуваний вдихав з мішка повітря з нормальним вмістом вуглекислого газу, в той час як в першому

дослідженні (а) вміст CO_2 швидко збільшувався за рахунок збільшення повітря, що видихається.

2. У першого випробуваного швидше збільшується частота і глибина дихання, наростає вміст оксигемоглобіну (на початку дослідження) і зростає ЧСС. У другого випробуваного ці зміни будуть виражені набагато слабкіше і почнуться пізніше. Для підтримки газового складу крові на оптимальному для метаболізму рівні включаються механізми саморегуляції, які працюють в декількох напрямках:

- зміна зовнішнього дихання (збільшення частоти і глибини) за рахунок збільшення вмісту CO_2 в організмі, який гуморально стимулює дихання. У першому дослідженні це відбувається набагато швидше, так як випробуваний вдихає повітря, в якому наростає вміст CO_2 , а в другому цього не відбувається.
- збільшення кисневої ємності крові за рахунок викиду крові з депо, що призводить, зокрема, до підвищення вмісту оксигемоглобіну.
- збільшення частоти і сили скорочення серця для підвищення швидкості кровотоку з метою швидшого газообміну.

3. До задишки призводить гіпоксія організму (тканин), яка викликана збільшенням вмісту вуглекислого газу (розвиток ацидозу) і зниженням рівня кисню.

№21. 1. Збільшення фізичного навантаження (біг) супроводжується стимуляцією інтенсивності метаболізму. Це вимагає підвищеного кисневого забезпечення і виведення з організму надлишку вуглекислого газу. Ось чому в обох студентів спостерігається гіпервентиляція.

2. Коефіцієнт легеневої вентиляції (КЛВ) дорівнює відношенню різниці ДО і обсягу мертвого простору до суми залишкового обсягу і резервного обсягу видиху. Таким чином, у першого студента $\text{КЛВ} = (500-150) : (1000 + 1500) = 0,14$; у другого студента $\text{КЛВ} = (1200-150) : (1000 + 1500) = 0,42$. 3. Ефективніше дихання у другого студента.

№22. Коефіцієнт легеневої вентиляції (КЛВ) – це відношення об'єму повітря, яке надійшло в легені при вдиху, до об'єму повітря, яке вже знаходиться в цей час в легенях. Коефіцієнт легеневої вентиляції показує, наскільки оновлюється повітря, яке знаходиться в легенях, при кожному дихальному русі. У нормі коефіцієнт легеневої вентиляції дорівнює $1/7$. Коефіцієнт легеневої вентиляції визначається за формулою: $\text{КЛВ} = (\text{ДО} - \text{МП}) / \text{ФЗЄ}$, де ДО – дихальний об'єм легень в мл; МП – мертвий простір в мл; ФЗЄ – функціональна залишкова ємність легень в мл.

№23. 1. Неправильне - лікар погіршив ситуацію. Факторами, що збуджують дихальний центр, є надлишок CO_2 і брак кисню. Дихання чистим киснем у цих умовах може призвести до припинення порушення дихального центру і зупинки дихання. 2. Для збільшення парціального тиску CO_2 в артеріальній крові необхідно до O_2 додати CO_2 - головний стимулятор діяльності дихального центру.

№24. 1. Це суміш фосфоліпідів і глікопротеїдів, що знижують поверхневий натяг плівки рідини, яка вистилає альвеоли.

2. Сурфактант зменшує еластичну тягу легень, сприяючи збільшенню розтяжності альвеол під час вдиху і перешкоджаючи їх спадінню при видиху.

№25. 1. Приблизно на 11-му тижні, їх частота 40-70 за хвилину.

2. Тому що вони здійснюються при закритій голосовій щілині.

№26. Не все повітря видихається тому, що формується функціональна залишкова ємність легенів.

№27. З повітрям, що видихається, а також шляхом всмоктування в кров і лімфу.

№28. Дихальний центр новонародженого в довгастому мозку, як і всі тканини, відрізняється високою стійкістю до нестачі O_2 і слабкою чутливістю до гіперкапнії.

№29. Звуження бронхів різко збільшує опір дихання при видиху, тому первинно буде зменшуватися резервний обсяг видиху, що збільшить залишковий обсяг легенів. Функціональна ємність легенів, що включає в себе обидва попередніх показника істотно не зміниться.

№30. При даній травмі збереження моторних центрів діафрагми (сегменти C_{2-5}) і м'язів рук (C_{4-7}) і вимикання моторних центрів міжреберних м'язів свідчить про пошкодження сірої речовини і провідних шляхів на рівні сегмента C_8 .

№31. Різниця в часі проби Штанге і проби Генча пояснюється значною різницею об'ємів альвеолярного повітря (і можливості газообміну з ним крові за киснем і CO_2) при цих пробах: при пробі Штанге він дорівнює залишковому об'єму + обсягом ЖЕЛ (~ 5,5 л), при пробі Генча - залишковим обсягом легенів (~ 1,2 л). При збільшенні ЗО час проби Генча буде збільшуватися, а різниця часу в цих пробах буде зменшуватися.

№32. Лактат, що накопичується в крові, вступить в реакцію з гідрокарбонатом і основами інших буферів, що призведе до зниження стандартного бікарбонату (SB) і буферних основ крові (BB), останнє призведе до дефіциту буферних основ (BE зі знаком мінус). Збудження H^+ -іонами дихального центру призведе до гіпервентиляції легень з компенсаторним зниженням P_{CO_2} в крові (з метою збереження нормального співвідношення гідрокарбонату і вугільної кислоти - 20:1, що перешкоджає зниженню рН крові). Нирки дадуть компенсаторну реакцію збільшення секреції H^+ в сечу, тому титраційна кислотність і вміст амонію в сечі будуть збільшені.

№33. Кращим показником дефіциту або надлишку основ при порушеннях КОС є BE (дефіцит буферних основ). У даного пацієнта є дефіцит BE, рівний 10 ммоль/л, або з урахуванням нижньої межі його норми (- 2,5 ммоль/л) - 8 ммоль/л. Кількість циркулюючої крові у нього 5 л (71 кг•70 мл/кг), тому приблизна кількість бікарбонату натрію, необхідна для введення $5 \cdot 8 = 40$ ммоль. (Оскільки розрахункова величина носить приблизний характер, введення гідрокарбонату має здійснюватися під контролем динаміки показників КОС та загального стану пацієнта.)

№34. Ефективність легеневої вентиляції визначається відношенням обсягу повітря, яке увійшло в альвеоли, до того, який там знаходиться. В альвеоли

входить дихальний обсяг (ДО), мінус обсяг мертвого простору (ОМП), який становить 150 мл. В легенях перед вдихом міститься функціональна залишкова ємність (ФЗЄ), що дорівнює сумі залишкового об'єму і резервного об'єму видиху. Звідси легко розрахувати, що ефективність легеневої вентиляції при заданих дихальних об'ємах буде равна відповідно 14%, 34%, 54%.

№35. У нормі ДО становить 20%, РОвд і РОвид - по 40% від ЖЄЛ, $ФЗЄ = РОвид + ЗО$, ємність вдиху ($Євд$) = ДО + РОвд, ЗО дорівнює 30% від ЖЄЛ. Значить, в даному випадку ДО = 800 мл, РОвд і РОвид по 1600 мл, $ФЗЄ = 2800$ мл, $Євд = 2400$ мл.

№36. Належна ЖЄЛ жінки = $H \times (21,78 - 0,101 \times A)$, де H - зріст в см, A - вік в роках (формула Болдуїна). В даному випадку належна ЖЄЛ дорівнює 3620 мл.

№37. За формулою Болдуїна належна ЖЄЛ чоловіка = $H \times (27,63 - 0,112 \times A)$, де H зріст в см, A - вік в роках. У даному випадку належна ЖЄЛ = 4940 мл.

№38. Відомо, що нормальне співвідношення дихальних об'ємів: ДО 20% ЖЄЛ, РОвд = РОвид = 40% ЖЄЛ. Легенева вентиляція (ЛВ) дорівнює $(ДО - ОМП) / ФЗЄ$. $ФЗЄ = ЗО + РОвид$. $ЗО = ЗЄЛ - ЖЄЛ$. Належна ЖЄЛ за формулою Болдуїна для чоловіків = $H \times (27,63 - 0,112 \times A)$, де H зріст в см, A - вік в роках. У даному випадку належна ЖЄЛ = $170 \times (27,63 - 0,112 \times 65) = 3459,5$ мл. Необхідно порівняти ступінь фактичної ЛВ з належною. При визначенні належної ЛВ замість ЖЄЛ в розрахунки приймається належна ЖЄЛ. Після проведення розрахунків, отримаємо, що фактична ЛВ = $(960-150) / (2000 + 1920) = 810/3920 = 0,207$ або 20,7%, тоді як повинна бути ЛВ = $(691,9 - 150) / (3340,5 + 1383,8) = 541,9 / 4724,3 = 0,1147$ або 11,47%. Це виходить за межі допустимих коливань, що може спостерігатися як компенсаторний стан при утрудненні видиху.

№39. ХОД у спокої = ДО x ЧД = 20 x 600 мл = 12000 мл. При роботі ЧД = 40, ДО = 900 мл, ХОД = 40 x 900 мл = 35000 мл. Значить ХОД зріс на 200% (в 3 рази) в порівнянні зі спокоєм.

№40. За формулою Антоні належна ЖЄЛ чоловіка дорівнює $2,6 \times ЗО = 2,6 \times 1800 = 4680$ мл.

№41. За формулою Антоні у жінок належна ЖЄЛ рівна $2,2 \times ЗО = 2,2 \times 1500 = 3300$ мл.

№42. У кінці звичайного **видиху** в легенях знаходиться функціональна залишкова ємність (ФЗЄ), мінус повітря мертвого простору (ОМП), що в нормі складає близько 2350 - 2500 мл. В кінці звичайного **вдиху** до цього об'єму додається дихальний об'єм (ДО).

№43. У легенях у спокої в альвеолах знаходиться ФЗЄ - ОМП, тобто 2500 мл. У ньому 14,4% кисню, тобто 360 мл. При спокійному вдиху в альвеоли входить ДО - ОМП (500 мл - 150 мл повітря), тобто додається 72 мл O_2 . Загальна кількість останнього в альвеолярному повітрі стає 432 мл. Обсяг альвеолярного повітря при вдиху дорівнює 2850 мл, значить, в ньому міститься тепер 15% O_2 .

№44. За один вдих 600 мл. За хвилину 1080 мл. ДО = ЖЄЛ - РОвид - РОвд.

№45. У тренованої людини найбільший хвилинний об'єм дихання досягається при найменшій частоті за рахунок поглиблення дихання. Краще тренована перша людина, найгірше - третя.

№46. Об'єм альвеолярного повітря дорівнює ФЗЄ - ОМП. Якщо ЗО прийняти за 1500 мл, і прийняти РОвд рівним РОвид, то ці об'єми в такому випадку дорівнюють по 1300 мл. Об'єм альвеолярного повітря звідси дорівнює $1300 + 1500 - 150 = 2650$ мл. Легенева вентиляція дорівнює (ДО - ОМП): $\text{ФЗЄ} = (400 - 150) : 2800 = 9\%$.

№47. Дані невірні. У нормі відношення ХОД до маси тіла (кг) в перший день життя дитини становить 190 мл/кг, в 1 рік - 100 мл/кг, в 6 років - 300 мл/кг, у дорослої людини 170 мл/кг.

№48. Так, як у спокої у новонародженої дитини частота дихання досягає 60-70 в хв, то ХОД в даному випадку дорівнює 120 - 140 мл/хв.

№49. Оскільки частота дихання у дорослої людини в спокої становить 16 - 18 за хв, ХОД дорослого дорівнює 8-9 л. ХОД новонародженого 0,12 - 0,14 л. Значить, ХОД дорослого більше ХОД новонародженого в 57- 75 разів.

№50. ери бронхіальній відбувається спазм дрібних бронхіол, що значно утруднює дихання, особливо видих. У цих умовах збільшення ЖЄЛ є компенсаторною пристосувальною реакцією організму, яка забезпечує більш значне розтягнення легенів при вдиху, що за рахунок зростання еластичної напруги тканини альвеол сприяє більш енергійному видиху. При одужанні відбуваються зворотні явища і ЖЄЛ зменшується, оскільки знижується необхідність в більш енергійному видиху.

Ситуаційні завдання для підготовки до модуля 2

«Фізіологія вісцеральних систем»

1. Розрахуйте ефективність легеневої вентиляції при дихальних об'ємах (ДО), рівних 500 мл, 1000 мл, 1500 мл, за умови, що функціональна залишкова ємність (ФЗЄ) дорівнює 2500 мл.

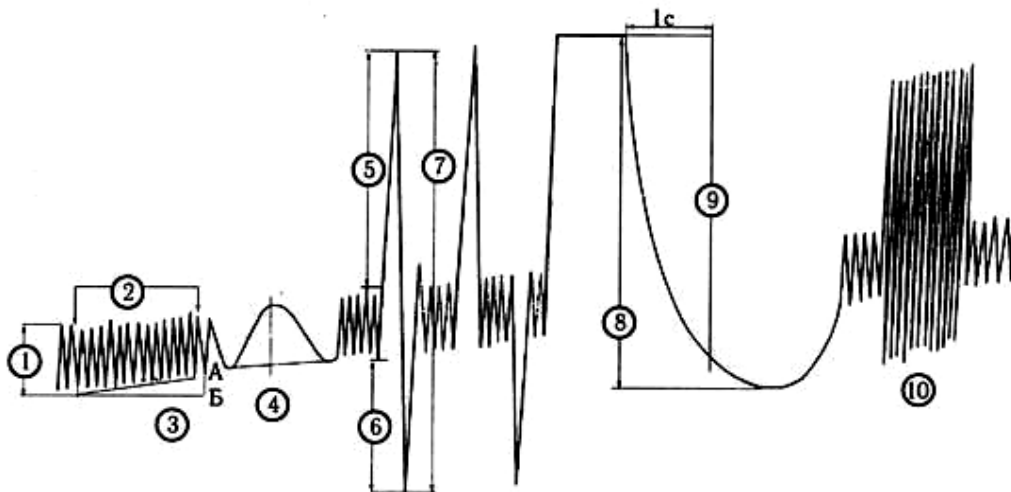
2. Чому дорівнює дихальний об'єм (ДО), резервні об'єми вдиху і видиху (РОвд і РОвид), функціональна залишкова ємність (ФЗЄ) і ємність вдиху (Євдиху), якщо життєва ємність легень ЖЄЛ дорівнює 4000 мл, а співвідношення складових її об'ємів знаходиться в межах норми?

3. Чому дорівнює НЖЄЛ (належна життєва ємність легень) у жінки ростом 165 см в 30-річному віці?

4. Визначте НЖЄЛ у чоловіка у віці 45 років, якщо його зріст 181 см.

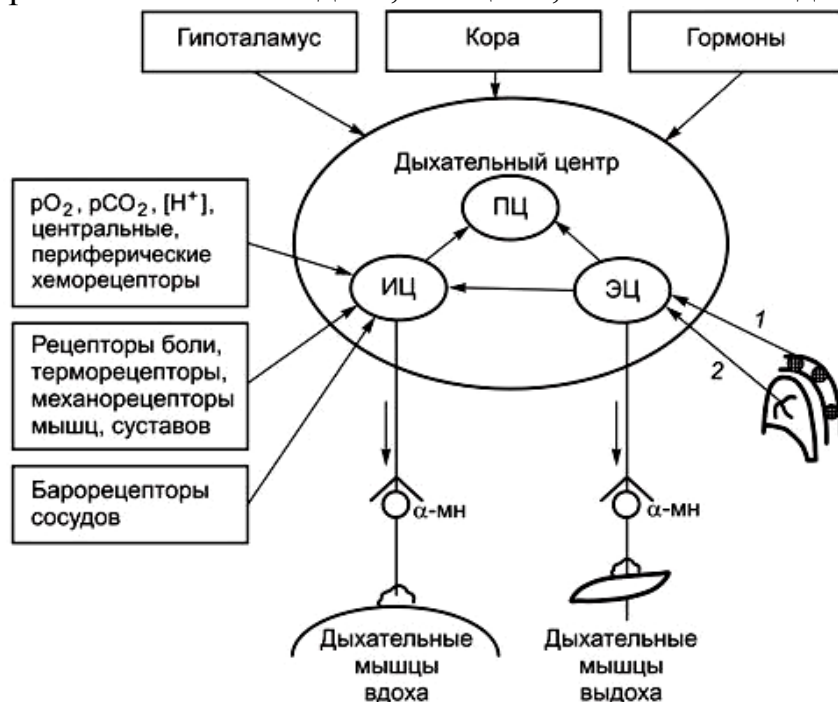
5. Дослідження дихальних об'ємів у людини 65 років, зростом 170 см показало, що ЖЄЛ дорівнює 4800 мл, ЗЄЛ (загальна ємність легенів) - 6800 мл. Визначте, чи є порушення легеневої вентиляції у цієї людини, якщо співвідношення дихальних об'ємів, складових ЖЄЛ, залишилися в межах норми.

6. На яку величину зміниться хвилинний об'єм дихання (ХОД), якщо в спокої число дихальних рухів (ЧД) дорівнювало 20 за хв, ДО - 600 мл, а при фізичній роботі ЧД збільшилася вдвічі, ДО - на 300 мл.
7. Чому повинна дорівнювати ЖЄЛ у чоловіка, основний обмін (ОО) якого дорівнює 1800 ккал на добу?
8. Розрахуйте НЖЄЛ у жінки, якщо відомо, що її ГО дорівнює 1500 ккал на добу.
9. Чому дорівнює КЄК (киснева ємність крові), якщо кількість Нв в крові дорівнює 150 г/л?
10. Який склад газової суміші потрібно подавати водолазу на глибину 30 м для того, щоб парціальний тиск кисню в альвеолярному повітрі залишився нормальним? Водолаз працює без жорсткого скафандра.
11. Розрахуйте артеріо-венозну різницю за киснем, якщо коефіцієнт утилізації кисню тканинами при роботі зростає на 20%. У спокої артеріо-венозна різниця перебувала в межах норми.
12. На скільки повинен зрости хвилинний об'єм дихання (ХОД), якщо використання організмом кисню збільшилося на 8 л за годину?
13. Чи існує пауза між вдихом і видихом і чому?
14. Як виміряти дихальний об'єм, резервний об'єм вдиху і резервний об'єм видиху за допомогою спірометра? Які інструкції необхідно дати випробуваному?
15. Як називається представлена нижче крива? Нанесіть на неї позначення дихальних об'ємів.



16. У грудній порожнині зменшився тиск. Як це впливає на кровообіг і чому? В яку фазу дихального циклу це відбувається?
17. Підрахуйте, чому приблизно дорівнює об'єм альвеолярного повітря в кінці звичайного видиху і в кінці звичайного вдиху.
18. Підрахуйте, як змінюється склад альвеолярного повітря при спокійному диханні.
19. При вимірюванні діаметру еритроцитів артеріальної і венозної крові виявилось, що він неоднаковий. Чи нормальне це явище і чи можете Ви вказати, які еритроцити взяті з артерії, які - з вени?

20. Напишіть реакції гідратації CO_2 в крові і перетворення його в бікарбонати.
21. На малюнку представлена схема поширення імпульсів від дихального центру. Перевірте, чи правильно вона складена, і якщо ні, внесіть необхідні корективи.



22. Спинний мозок перерізаний між першим і другим шийними сегментами. Що станеться з диханням? Намалуйте пневмограму цього досліджу.
23. Спинний мозок перерізаний між шийним і грудним відділами. Чи зміниться дихання і чому?
24. У тварини зруйнований довгастий мозок. Що в цьому випадку відбудеться з диханням?
25. Проведена перерізка мозку між довгастим мозком і варолієвим мостом. Намалуйте, які зміни дихання при цьому будуть спостерігатися.
26. Що станеться з диханням, якщо перерізка сталася вище варолієвого мосту?
27. Відомо, що посилення обміну речовин призводить до збільшення хвилинного об'єму дихання. Який, у найзагальніших рисах, механізм цієї реакції?
28. Людина зробила кілька глибоких вдихів і видихів (гіпервентиляцію). Що відбувається після цього з диханням і чому?
29. Відзначте, з яких рефлексогенних зон, перерахованих нижче, йдуть імпульси в дихальний центр.
Гортань, бронхи, слизова порожнини носа, легені, каротидний синус, аорта, порожниста вена, пропріорецептори скелетних м'язів, рецептори перикарда, стравохід, кістковий мозок.
30. Випробуваному піднесли до носа ватку, змочену нашатирем. Він затамував подих, потім закашлявся. Назвіть рефлексогенні зони, з яких виникають дані захисні рефлекси.

- 31.** Яка величина внутрішньоплеврального тиску у дорослої людини в момент сильного вдиху і видиху, якщо атмосферний тиск дорівнює 760 мм рт.ст.?
- 32.** Спірометрія показала, що ЖЄЛ випробуваного дорівнює 3800 мл. З них РОвд становить 1700 мл., РОвид - 1500 мл. Скільки повітря надходить у цієї людини в альвеоли за 1 хвилину, якщо за цей час він робить 18 дихальних рухів?
- 33.** Який об'єм кисню поглинає і який обсяг вуглекислоти виділяє доросла людина в стані спокою в процесі одного дихального руху, якщо ДО дорівнює 500 мл.?
- 34.** Три людини однакового віку і статури беруть участь у бігу на 1000 м. В кінці дистанції ХОД у першого становив 120 000 мл, у другого 120 000 мл, у третього 60 000 мл. Частота дихання дорівнює відповідно 40, 80 і 40 за хвилину. Який, на Вашу думку, бігун найбільш тренований, і чому?
- 35.** Визначення показало, що ЖЄЛ випробуваного дорівнює 3000 мл. З них 400 мл складає ДО. Який у цієї людини об'єм альвеолярного повітря і коефіцієнт легеневої вентиляції, якщо відомо, що співвідношення дихальних об'єм ЖЄЛ нормальне? Об'єм мертвого простору прийняти за 150 мл.
- 36.** Якщо вміст газу в газовій суміші при загальному тиску 760 мм рт.ст. становить 14%, то який при цьому його парціальний тиск?
- 37.** У кров тварини ввели препарат, що блокує дію карбоангідрази. Які порушення в процесі газообміну при цьому відбудуться?
- 38.** У плазмі крові підвищилася концентрація вуглекислоти. Чи вплине це на процес виділення кисню з крові чи ні і чому?
- 39.** Які зміни на пневмограмі відбудуться при двосторонній перерізці блукаючих нервів і подальшій стимуляції центрального і периферичних кінців перерізаного вагуса. Намалюйте пневмограмми.
- 40.** Як вплине на процес виділення вуглекислого газу з крові дихання чистим киснем?
- 41.** Людина справив максимально можливу затримку дихання. Намалюйте пневмограмму, яка при цьому реєструється. Як пояснити ці зміни?
- 42.** Парціальний тиск кисню в альвеолярному повітрі становить 170 мм рт.ст. Яка кількість кисню при цьому встигає розчинитися в 100 мл крові?
- 43.** Якщо на середині акту вдиху раптово під великим тиском ввести повітря в альвеоли, вдих припиниться і настане видих. З чим пов'язано припинення вдиху?
- 44.** Один студент стверджує, що «легені розширюються, і тому в них входить повітря». Інший стверджує, що «повітря входить в легені, і тому вони розширюються». Хто з них має рацію?
- 45.** При деяких захворюваннях розтяжність легеневої тканини зменшується в 5-10 разів. Який клінічний симптом типовий для таких захворювань?
- 46.** Як зміниться різниця в процентному складі повітря, що видихається і альвеолярного повітря, якщо людина буде дихати в протигазі?
- 47.** Чому зростає коефіцієнт утилізації кисню в м'язі, що працює?

48. Внаслідок отруєння барбітуратами у хворого різко знизилася чутливість нейронів дихального центру до вуглекислого газу. У цих умовах лікар вирішив призначити дихання чистим киснем. Чи згодні Ви з таким рішенням?

49. Людині необхідно пройти по дну досить довгої водойми. Акваланга у нього немає, тому прийнято рішення дихати через трубку. У розпорядженні людини є три трубки завдовжки 1 метр і діаметром 68 мм, 30 мм і 5 мм. Яку трубку потрібно використовувати? Обґрунтуйте Ваш відповідь відповідним розрахунком.

50. Чемпіони з пірнання занурюються на глибину 100 м без акваланга і повертаються на поверхню за 4-5 хвилин. Чому у них не виникає кесонна хвороба? (Завдання №№ 51-55 з CD-додатку до підручника «Фізіологія с основами морфології» під ред. В.К. Судакова і В.Ф. Волкова)

51. На двох теплокровних тваринах зробили операції: а) у першої тварини перев'язали правий бронх і ліву легеневу артерію; б) у другої тварини перев'язали лівий бронх і ліву легеневу артерію. Після операції перша тварина швидко загинула, у другому варіанті тварина залишилася живою. Чому загинула перша тварина? Порушення яких (або якого) етапів дихання стало причиною загибелі?

52. При легкому отруєнні чадним газом чоловік відчув слабкість, запаморочення, серцебиття. Який механізм розвитку зазначених симптомів? Як при отруєнні чадним газом змінюється киснева ємність крові? Яка перша допомога людині в такій ситуації?

53. При захворюванні на грип у людини відбуваються зміни багатьох параметрів гомеостазу. Однією з перших змінюється температура тіла. Як зміниться вміст оксигемоглобіну в крові при підвищенні температури тіла? Як при цьому зміняться параметри зовнішнього дихання? Чи зміниться крива дисоціації оксигемоглобіну?

54. У якому випадку у однієї і тієї ж людини ефективність вентиляції легень буде вище?

1. Частота дихання (ЧД) = 16/хв, дихальний об'єм (ДО) = 600 мл

2. Частота дихання (ЧД) = 22/хв, дихальний об'єм (ДО) = 460 мл

Як розраховується хвилинний об'єм дихання (ХОД)? Чому при однаковій величині ХОД ефективність вентиляції легень може бути різною?

55. У кролика після двосторонньої перерізки блукаючих нервів змінився характер дихання - воно стало більш рідким і глибоким. Який механізм регуляції дихання порушується при перерізці вагуса? Для описаних змін дихання що є провідним: порушення проведення аферентних чи еферентних нервових імпульсів по блукаючому нерву?

(Завдання №№ 56-69 з «Збірника завдань і вправ по фізіології» під ред. Г.І. Косицького)

56. Як змінюється рівень рідини в манометрі в момент з'єднання його з плевральною щілиною? Дайте цифрові значення тиску в плевральній щілині під час спокійного вдиху; форсованого вдиху; спокійного видиху. Вкажіть, при якому втручанні тиск в плевральній щілині стане рівним атмосферному

57. При вентиляції легень в умовах відносного спокою з 1л повітря пішло в кров 30 мл O_2 . Артеріо-венозна різниця по O_2 дорівнює 9 об.% (об'ємних відсотків). Скільки мл крові пройшло за цей час через капіляри легень?

58. 1) Розрахуйте величину хвилинної вентиляції альвеол за умови, що хвилинний об'єм дихання дорівнює 8 л, об'єм мертвого простору - 150 мл.

1 Випадок: дихальний об'єм дорівнює 500 мл, частота дихання - 16 за хвилину.

2 Випадок: дихальний об'єм дорівнює 250 мл, частота дихання - 32 за хвилину. Порівняйте об'єм вентиляції альвеол для обох випадків і визначте, який режим дихання вигідніше.

59. Позначте величини парціального тиску (P) кисню і вуглекислого газу в альвеолярному повітрі, в артеріальній і венозній крові. Що є рушійною силою, яка обумовлює переміщення O_2 і CO_2 .

60. Ознайомтеся з таблицею, вкажіть:

	O_2 об.% в стані фізичного рочинення	O_2 об.% Загальний вміст	CO_2 об.% в стані фізичного рочинення	CO_2 об.% Загальний вміст
Артеріальна кров	0,3	20	2,5	50
Венозна кров	0,3	12	2,7	58

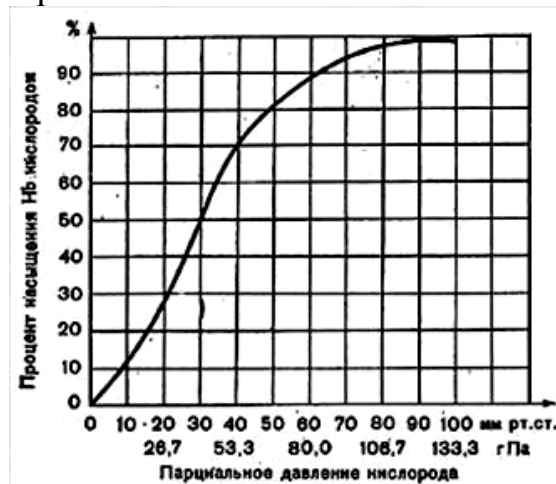
1) Розрахуйте в об'ємних відсотках артеріо-венозну різницю по O_2 і по CO_2 .

2) Як змінюється артеріо-венозна різниця по O_2 при м'язовій роботі?

3) Розрахуйте і порівняйте коефіцієнти утилізації O_2 в умовах спокою і при інтенсивній м'язовій роботі, використовуючи формулу: А-В різниця по O_2 x 100/вміст O_2 в артеріальній крові.

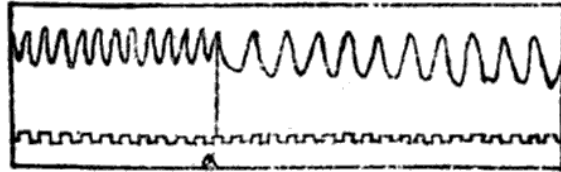
4) Поясніть причину підвищення коефіцієнта утилізації O_2 у тканині, що працює.

61. Визначте по кривій, чому дорівнює % насичення гемоглобіну O_2 при $P_{O_2} = 100$ мм рт.ст., 90 мм рт.ст., 40 мм рт.ст. Розрахуйте по кривій, наскільки зменшується % насичення гемоглобіну киснем при зниженні напруги O_2 на 60 мм рт.ст. в зоні високої (100-70) та середньої його напруги (60-30). Який % насичення гемоглобіну киснем на висоті 4000 м над рівнем моря, де парціальний тиск O_2 в альвеолярному повітрі складає 65-70 мм рт.ст.?



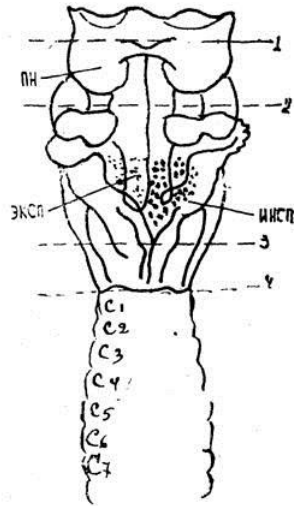
62. Яке значення має зміщення кривої дисоціації HbO_2 при змінах Pco_2 в крові? В якому напрямку зміщується крива дисоціації оксигемоглобіну при інтенсивній м'язовій роботі і чому?

63. Розгляньте пневмограму і опишіть зміни, що відбулися в характері дихання після холодого виключення блукаючих нервів. Поясніть причину змін, що наступили. Зробіть висновок про роль блукаючих нервів в регуляції дихання.



Пневмограма кролика до і після холодого виключення блукаючих нервів.

64. Розгляньте малюнок і укажіть: 1) чи зміниться характер дихання після перерізок стовбура мозку вище лінії 1, на рівні 2, 3, 4 і нижче. Якщо відбудуться зміни, то які; 2) як зміняться дихальні рухи грудної клітки після половинної перерізки між довгастим і спинним мозком?



Нижня частина стовбура мозку (вид ззаду). ПН — центр пневмотаксиса у варолієвому мості. Пунктирні лінії 1, 2, 3, 4 — рівні перерізок.

65. Чому в міру розвитку вдиху частота ПД в аферентних волокнах блукаючого нерва зростає? Як змінюється функціональний стан інспіраторних нейронів бульбарного дихального центру при збудженні аферентних волокон блукаючого нерва? Як, у зв'язку з цим змінюється стан зовнішніх міжреберних м'язів і діафрагми?

66. Як зміниться характер дихання у собаки А і у собаки Б при стисненні трахеї у собаки А? Які висновки можна зробити на підставі результатів цього досліді?



Схема класичного досліді Фредеріка з перехресним кровообігом

67. Охарактеризуйте відмінність пневмограмм зрощених близнюків. Одна з дівчаток спить, а інша не спить. Вкажіть, яка пневмограма буде записана у сплячої, а яка у несплячої. Про що свідчить відмінність в ритмі дихання у обох дітей ?

68. При апаратному штучному диханні киснем, наприклад, при польотах на великих висотах, у балон з киснем додають 5% CO₂ (така суміш називається карбогеном). При хірургічних операціях на серці, що проводяться в умовах гіпотермії, в перфузуючий розчин, насичений O₂, додають CO₂ в обсязі 3-4%. З якою метою це роблять?

69. При спуску в глибоку, погано вентильовану, шахту можливі такі випадки: а) на великій глибині її є достатня для життя кількість кисню і надмірний вміст (парціальна напруга 40 мм рт.ст.) вуглекислого газу; б) допустимий вміст вуглекислого газу і недостатня для життя організму кількість кисню. Що треба зробити для безпеки перебування людини в шахті в тому і в іншому випадку?

Профільні питання для студентів педіатричного факультету

70. У новонародженого кошеняти перерізали обидва діафрагмальних нерва. Як зміниться при цьому дихання?

71. Чому дорівнює міжплевральний тиск у новонародженої дитини на висоті вдиху і видиху.

72. Новонароджена дитина дихає 30 разів на хвилину. Ваш висновок?

73. Чи відобразиться на диханні дитини туге сповивання живота і чому?

74. За рахунок чого збільшується легенева вентиляція і ХОД при фізичному навантаженні у дітей раннього віку?

75. Якою особливістю відрізняється склад альвеолярного повітря у дітей раннього віку?

76. Чим відрізняється від дорослих склад повітря, що видихається у дітей раннього віку?

77. Чому у дітей в альвеолярному і видихуваному повітрі більше кисню і менше вуглекислоти, ніж у дорослих?

78. В якому віці в еритроцитах у дітей з'являється фермент карбоангідраза?

79. Дитині виповнилося 11 міс., вона почала ходити. Як змінюється у неї в цей час тип дихання?

80. У дитини грудне дихання починає домінувати над діафрагмовим. Який вік у цієї дитини?

81. Новонароджена дитина зробила максимально глибокий вдих. Який тиск у нього в цей момент в міжплевральній щілині, якщо атмосферний тиск 760 мм рт.ст.?

82. Розставте в таблиці цифри так, щоб частота дихання відповідала віку дитини.

Возраст	1 день	1 рік	5-6 років	14-15 років
Частота дихання	40-60	18-20	25-30	30-35

83. Чи відповідають дані таблиці дійсності? Якщо ні, то якими вони повинні бути?

Вік	1 день	1 рік	6 років	дорослий
Відношення ХОД/маса тіла в кг	190	100	300	170

84. Дитина під час гри багато бігала. Як і за рахунок чого змінювалася у нього легенева вентиляція?

85. При аналізі повітря, що видихається у першому випадку виявлено 4% CO₂ і 16,4% O₂; у другому випадку 2% CO₂ і 18,4% O₂. Який з цих аналізів зроблений у дитини?

86. Обчисліть парціальний тиск O₂ в альвеолярному повітрі дитини у віці 1 міс., якщо його процентний вміст відповідає нормі, а атмосферний тиск дорівнює 760 мм рт.ст.

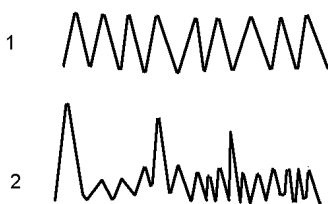
87. Обчисліть парціальний тиск O₂ в альвеолярному повітрі дитини 1 року, якщо його процентний вміст відповідає віковій нормі, а атмосферний тиск дорівнює 760 мм рт.ст.

88. Аналіз газів в артеріальній крові показав, що в першому випадку O₂ міститься 15%, CO₂ 40%; у другому випадку ці цифри становлять відповідно 20% і 60%. В якому випадку кров належить дорослому, в якому - дитині?

89. Зі збільшенням віку дитини вміст O₂ у крові (зростає, падає), кількість CO₂ (зменшується, збільшується, не змінюється). Викресліть в дужках слова, які не відповідають істині. Про яку кров йдеться - артеріальну чи венозну?

90. У погано провітрюваній кімнаті із вмістом CO₂ більше норми і недостатньою кількістю O₂ знаходяться дорослі і діти. Хто з них раніше відчує духоту в приміщенні?

91. Подані внизу пневмограми записані в спокої у дорослої і у дитини. Яка з них належить дитині і чому?



92. Обчисліть величину хвилинного об'єму дихання у новонародженої дитини в спокої, якщо дихальний об'єм дорівнює 20 мл.

93. Визначте, у скільки разів хвилинний об'єм дихання дорослої людини в стані спокою більше хвилинного об'єму дихання новонародженої дитини, якщо ДО дорослого дорівнює 500 мл.

94. Якщо у новонародженого при перев'язці пуповини затягувати лігатуру дуже повільно, то перший вдих може не настати і виникає асфіксія. Чому?

95. Розрахуйте хвилинний об'єм дихання у новонародженого, дитини 5 років і дорослого, користуючись даними таблиці.

Вік	Частота дихання за 1 хвилину	Дихальний об'єм
Новонароджений	40—60	15—20 мл
Дитина 5 років	25—30	80—100 мл
Дорослий	16—20	400-600 мл

96. Розрахуйте коефіцієнт вентиляції у новонародженої дитини, користуючись представленими даними:

Дихальний об'єму - 20 мл

Об'єм мертвого простору - 10 мл

Залишкова ємність (об'єм залишкового повітря) - 20 мл

Резервна ємність (об'єм резервного повітря) - 80 мл

(Завдання №№ 97-113 із «Збірника завдань з фізіології під ред. В.М.Смирнова»)

97. Що є органом зовнішнього дихання у плода? Чи є у плода дихальні рухи?

98. З якого тижня внутрішньоутробного розвитку у плода з'являються періодичні дихальні рухи? Яке їхнє значення? Які фактори їх підсилюють?

99. Яка частота періодичних дихальних рухів плода, чи розправляються легені при цьому, чи потрапляє амніотична рідина в дихальні шляхи і легені?

100. Чим пояснюється невелика глибина дихання у немовляти?

101. Яка величина життєвої ємності легень (ЖЄЛ) у дітей 5-, 10- і 15-річного віку?

102. За рахунок зростання частоти чи глибини дихання збільшується хвилинний об'єм повітря (ХОД) у дітей грудного віку? Чому?

103. У дітей чи у дорослих робота, що витрачається на вентиляцію легенів більша (відносно)? Чому?

104. Як змінюється процентний вміст вуглекислого газу і кисню в альвеолярній суміші газів з віком? Чому рівні ці показники у новонародженої дитини і дорослої людини?

105. Вкажіть вміст O_2 в артеріальній крові плоду (пупкова вена) і в артеріальній крові дорослого, поясніть причину відмінностей.

106. Чому в крові плоду напруга кисню менше, ніж в крові матері?

107. Чому, незважаючи на знижений вміст кисню в крові плоду, його тканини отримують достатню кількість кисню для нормального розвитку?

108. Що є стимулом, що забезпечує виникнення дихальних рухів плода? Чому?

109. Перелічіть чинники, що стимулюють перший вдих новонародженого.

110. Які фактори забезпечують більш швидку дифузію газів в легенях у дітей?

111. Який ступінь збудливості дихального центру у новонародженого і від чого вона залежить?

112. Діти перших років життя або дорослі легше переносять кисневе голодування? Чому?

113. В якому віці з'являється довільна регуляція дихання, з чим це пов'язано? В якому віці вона досить добре розвинена?

Відповіді до ситуаційних завдань для підготовки до модуля 2

«Фізіологія вісцеральних систем».

1. Ефективність легеневої вентиляції визначається відношенням обсягу повітря, яке увійшло в альвеоли, до того, який там знаходиться. В альвеоли входить дихальний об'єм (ДО), мінус об'єм мертвого простору (ОМП), який становить 150

мл. У легенях перед вдихом міститься функціональна залишкова ємність (ФЗЄ), що дорівнює сумі залишкового об'єму і резервного об'єму видиху. Звідси легко розрахувати, що ефективність легеневої вентиляції при заданих дихальних об'ємах дорівнює відповідно 14%, 34%, 54%.

2. У нормі ДО становить 20%, РОвид і РОвд - по 40% від ЖЄЛ, $ФЗЄ = РОвид + ЗО$, ємність вдиху (Евд) = ДО + РОвд, ЗО дорівнює 30% ЖЄЛ. Значить, у даному випадку ДО = 800 мл, РОвид і РОвд по 1600 мл, $ФЗЄ = 2800$ мл, Евд = 2400 мл.

3. НЖЄЛ жінки = $H \times (21,78 - 0,101 \times A)$, де H - зріст в см, A - вік в роках (формула Болдуїна). В даному випадку НЖЄЛ дорівнює 3620 мл.

4. За формулою Болдуїна НЖЄЛ чоловіки = $H \times (27,63 - 0,112 \times A)$, де H зріст в см, A - вік у роках. У даному випадку НЖЄЛ = 4940 мл.

5. Нормальне співвідношення дихальних об'ємів: ДО 20% ЖЄЛ, РОвид = РОвд = 40% ЖЄЛ. Легенева вентиляція (ЛВ) дорівнює $(ДО - ОМП) / ФЗЄ$. $ФЗЄ = ЗО + РОвид$. $ЗО = ЗЄЛ - ЖЄЛ$. НЖЄЛ за формулою Болдуїна для чоловіків обчислюється так, як зазначено в завданні 4. Необхідно порівняти ступінь істинної ЛВ з належною. При визначенні належної ЛВ замість ЖЄЛ в розрахунки приймається НЖЄЛ. Після проведення розрахунків отримаємо, що у хворого ЛВ дорівнює 20,6%, тоді як повинна бути рівною 27%. Це виходить за межі допустимих коливань.

6. ХОД у спокої = ДО x ЧД = 20 x 600 мл = 12000 мл. При роботі ЧД - 40, ДО - 900 мл., ХОД = 40 x 900 мл = 35000 мл. Значить, ХОД зріс на 200% (в три рази) в порівнянні зі спокоєм.

7. За формулою Антоні НЖЄЛ чоловіків дорівнює 2,6 x ОО. НЖЄЛ = 2,6 x 1800 = 4680 мл.

8. За формулою Антоні у жінок НЖЄЛ дорівнює 2,2 x ОО. У нашому випадку: 2,2 x 1500 = 3300 мл.

9. Так, як 1 г Нв зв'язує 1,34 мл кисню, то киснева ємність крові (КЄК) у даному випадку дорівнює 201 мл.

10. Нормальний парціальний тиск кисню в альвеолярному повітрі 102 мм Нг. Якщо загальний тиск дорівнює 4 атм. (1 атм. у повітрі і 3 атм. у воді, по 2 атм. на кожні 10 м), або 3040 мм Нг, то для того, щоб парціальний тиск кисню зберегти на рівні 102 мм, його в альвеолярному повітрі повинно бути 3,36%. Оскільки вміст кисню в альвеолярному повітрі приблизно на 1/4 менше, ніж у повітрі, що вдихаємо, то в газовій суміші має бути 4,2% кисню.

11. У нормі в артеріальній крові міститься 20 об'ємних відсотків кисню (20 мл в 100 мл крові), у венозній - 12 об%. Артеріо-венозна киснева різниця дорівнює 8 мл (8 об%). При фізичній роботі вона на 1/5 більше, тобто дорівнює 9,6 об%.

12. Обчислено, що при підвищенні споживання кисню на 100 мл за 1 хвилину ХОК зростає на 1 л. У нашому випадку збільшення споживання кисню склало 800: 60 = 134 мл, значить ХОК повинен збільшитися на 1340 мл (1,34 л).

13. У нормі між вдихом і видихом паузи немає, так як після закінчення вдиху грудна клітка під впливом своєї ваги опускається.

14. Для вимірювання ДО необхідно зробити нормальний спокійний видих в спірометр після спокійного вдиху. Краще зробити при піднятому ковпаку спірометра кілька спокійних вдихів і видихів, не виймаючи люльки з рота, і взяти середнє значення. Для визначення РОвд необхідно попросити випробуваного зробити після нормального вдиху з атмосфери додатковий максимально можливий вдих з-під піднятого ковпака спірометра. Для визначення РОвид треба зробити після спокійного видиху в атмосферу максимально можливий видих в спірометр.

15. Представлена спірограма: 1 - дихальний об'єм; 2 - хвилинний об'єм дихання; 3 - хвилине поглинання кисню /A-B/; 4 - фази дихального циклу; 5 - резервний об'єм вдиху; 6 - резервний об'єм видиху; 7 - життєва ємність легенів; 8 - форсована життєва ємність легенів; 9 - об'єм форсованого видиху за 1 с; 10 - максимальна вентиляція легенів.

16. При вдиху за рахунок зниження тиску в грудній порожнині розширюються кровоносні судини середостіння. При цьому венозний приплив до легень і до передсердь зростає. Це призводить до рефлекторного прискорення серцебиття (дихальна аритмія) і зміни артеріального тиску (дихальні хвилі на кривій АТ).

17. Наприкінці звичайного видиху в легенях знаходиться функціональна залишкова ємність (ФЗЄ), мінус повітря мертвого простору (ОМП), що в нормі становить близько 2350-2500 мл. У кінці звичайного вдиху до цього обсягу додається дихальний об'єм (ДО).

18. У легенях у спокої в альвеолах знаходиться ФЗЄ - ОМП, тобто 2500 мл. У ньому 14,4% кисню, тобто 360 мл. При спокійному вдиху в альвеоли входить ДО - ОМП, тобто додається 72 мл кисню. Загальна кількість останнього в альвеолярному повітрі стає 432 мл. Обсяг альвеолярного повітря при вдиху дорівнює 2850 мл, значить в ньому міститься тепер 15% кисню.

19. Еритроцити венозної крові більші, так як в процесі газообміну всередині них виявляється відносно більше солей, слідом за якими в силу законів осмосу надходить у клітину вода.

20. 1. $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$;
2. $\text{H}_2\text{CO}_3 = \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ (карбоангідраза)
3. $\text{K}^+ + \text{HCO}_3^- = \text{KHCO}_3$;
4. $\text{Na}^+ + \text{HCO}_3^- = \text{NaHCO}_3$.

21. Схема складена правильно. Імпульси від нейронів ДЦ надходять до альфа-мотонейронів дихальних м'язів.

22. Дихання припиниться, так як в цьому випадку дихальні центри ізолюються від дихальної мускулатури.

23. Дихання збережеться за рахунок роботи діафрагми, так як центр діафрагмального нерва збереже зв'язок з дихальним центром.

24. Дихання припиниться, так як руйнується дихальний центр.

25. Порушиться нормальна зміна дихальних рухів, так як в цьому випадку пошкоджується зв'язок дихального центру з центром пневмотаксиса. Дихання буде рідким і глибоким.

- 26.** Дихання не зміниться.
- 27.** При активізації обміну речовин у крові збільшується вміст вуглекислого газу і падає вміст кисню, що є причиною рефлекторного збудження дихального центру через хеморецептори судин або хемочутливі зони мозку.
- 28.** Дихання слабшає, тому що після гіпервентиляції розвивається гіпокапнія і подразнення хеморецепторів рефлексогенних зон вуглекислим газом зменшується.
- 29.** Імпульси в дихальний центр йдуть з усіх перерахованих рефлексогенних зон, крім перикарда, стравоходу і кісткового мозку.
- 30.** Слизова повітроносних шляхів.
- 31.** На вдиху - 750 мм Нг, на видиху - 756 мм Нг.
- 32.** За один вдих 600 мл. За хвилину - 1080 мл. ДО = ЖЄЛ - РОвд - РОвид.
- 33.** У спокої з ДО поглинається 4% кисню і приблизно стільки ж виділяється вуглекислого газу. При ДО рівному 500 мл - по 20 мл.
- 34.** У тренованій людині найбільший хвилинний обсяг дихання досягається при найменшій частоті за рахунок поглиблення дихання. Краще тренована перша людина, найгірше - третя.
- 35.** Об'єм альвеолярного повітря дорівнює ФЗЄ - ОМП. Якщо ЗО прийняти за 1500 мл, і прийняти РОвд рівним РОвид, то ці об'єми, в такому випадку, рівні по 1300 мл. Об'єм альвеолярного повітря звідси дорівнює $1300 + 1500 - 150 = 2650$ мл. Легенева вентиляція дорівнює (ДО-ОМП): $\text{ФЗЄ} = (400 - 150) : 2800 = 9\%$.
- 36.** Парціальний тиск газу дорівнює 106 мм Нг.
- 37.** порушується процес зв'язування вуглекислого газу, що надходить у кров з тканин, з водою і подальше перетворення його у бікарбонати. Зв'язування вуглекислого газу з водою за допомогою карбоангідрази відбувається в еритроцитах.
- 38.** Підвищення парціальної напруги вуглекислого газу в крові зрушує криву дисоціації оксигемоглобіну вправо і прискорює процес його розпаду.
- 39.** При перерізці блукаючих нервів дихання буде більш глибоким і рідким. При стимуляції центрального кінця вагуса відбудеться затримка дихання на видиху, так як в складі цього нерва йдуть чутливі волокна від рецепторів розтягування легень. При стимуляції периферичного кінця вагуса дихання не зміниться.
- 40.** Цей процес прискорюється, так як кисень сприяє розпаду бікарбонатів.
- 41.** У результаті затримки дихання в крові накопичується вуглекислий газ, який подразнює хеморецептори рефлексогенних зон і викликає зростання частоти і глибини дихання.
- 42.** Кількість розчиненого в рідині газу визначається за формулою: $O_2 = (p \times 0,021 \times V) : 760$, де p - парціальний тиск газу, 0,021 - коефіцієнт розчинення, V - об'єм розчинника. Отже, в 100 мл крові при парціальному тиску кисню над кров'ю 170 мм розчиниться 0,57 мл газу.
- 43.** При швидкому введенні під великим тиском повітря в альвеоли настає сильне подразнення рецепторів розтягнення легень, що призводить до стимуляції експіраторної частини дихального центру і вдих змінюється видихом.

44. Якщо мова йде про природне дихання, то правий перший, а якщо про штучне - правий другий.

45. При значному погіршенні розтяжності альвеол неможливий досить глибокий вдих. Брак повітря організм намагається компенсувати збільшенням частоти дихання, яке залишається поверхневим (задишка).

46. Головна особливість дихання в протигазі - збільшення мертвого простору. Повітря в ньому за складом дорівнює атмосферному, тому різниця процентних співвідношень газів вдихуваного повітря і повітря, що видихається, зменшиться.

47. Утилізація кисню в тканинах залежить як від інтенсивності процесів, що протікають в них, так і від кількості кисню, що надходить в клітини. Останнє, в свою чергу, залежить від об'ємної швидкості кровотоку і від ступеня дисоціації оксигемоглобіну. Об'ємна швидкість кровотоку зростає при роботі за рахунок посилення роботи серця, а дисоціація гемоглобіну зростає у зв'язку з накопиченням у працюючих м'язах CO_2 .

48. При диханні чистим киснем у крові буде підтримуватися висока його концентрація, яка ще більше знизить збудливість дихального центру. Рішення лікаря помилкове і небезпечне для життя хворого.

49. Кожна трубка відповідно до її об'єму по різному збільшує обсяг мертвого простору. Обсяг першої трубки близько 3,6 л. Такий мертвий простір не можна подолати навіть при найглибшому вдиху, значить, вибір цієї трубки прирікає людину на задуху. Обсяг другої трубки близько 0,6 л. Такий додатковий мертвий простір можна подолати, якщо дихати глибоко і рідко, використовуючи резервний обсяг вдиху. Обсяг третьої трубки зовсім невеликий, але через малий її діаметр різко зростає опір диханню. Тому оптимальний діаметр у другій трубці.

50. Пірнальник під час занурення не дихає, тому відсутнє розчинення азоту у крові на великій глибині. Раз немає азоту - немає і кесонної хвороби.

51. Повітря не надходить в праву легеню через перев'язаний бронх, а в лівій легені не було кровотоку, тому воно теж не брала участі в газообміні. Порушено зовнішнє дихання праворуч і газообмін зліва, кисень не надходить у кров, розвивається гостра гіпоксія. У другому випадку з газообміну виключено тільки ліва легеня, праве ж здійснює обмін газів.

52. Спорідненість гемоглобіну до чадного газу в 200 разів більша, ніж до кисню, тому киснева ємність крові падає і транспорт кисню гемоглобіном погіршується. Людину необхідно винести на свіже повітря і дати кисневу подушку.

53. При підвищенні температури тіла спорідненість гемоглобіну до кисню зменшується. Крива дисоціації оксигемоглобіну зміщується вправо. Дихання частішає.

54. Ситуація 1: $\text{ХОД} = \text{ДО} \times \text{ЧД} = 16 \times 600 = 9,6$ літра.

Ситуація 2: $\text{ХОД} = \text{ДО} \times \text{ЧД} = 22 \times 460 = 10,12$ літра.

Ефективність легеневої вентиляції (ЕЛВ) за хвилину обчислюється за формулою: $\text{ЕЛВ} = (\text{ДО} - \text{ОМП}) / \text{ФЗЄ} \times \text{ЧД}$, де ОМП - об'єм мертвого простору (150 мл), ФЗЄ - функціональна залишкова ємність (ємність легенів після нормального видиху). У

першому випадку в газообміні за хвилину бере участь $(600 - 150) \times 16 = 7,2$ л, у другому - до альвеол за хвилину доходить $(460 - 150) \times 22 = 6,82$ л. Величина ФЗЄ пацієнта не відома, проте, оскільки параметри дихання вимірюються у однієї і тієї ж людини, ми можемо вважати величину ФЗЄ однаковою в обох ситуаціях. За цих умов в ситуації 1 ефективність вентиляції буде більша, так як до альвеол доходить більше атмосферного повітря.

55. Порушується аферентна імпульсація від рецепторів розтягування легенів, залишається гуморальний механізм регуляції дихання.

56. У момент проколювання голкою парієтального листка плеври рівень рідини в манометрі зміниться і покаже наявність негативного тиску в плевральній порожнині. Під час вдиху ця величина складає від -4 до -9 мм. Hg, на видиху -3 мм Hg. Внутрішньоплевральний тиск стане рівним атмосферному при відкритому пневмотораксі, тобто в разі вільного доступу повітря в плевральну порожнину.

58. Хвилинна вентиляція альвеол (ХВА) дорівнює об'єму повітря, що надійшло в альвеоли за хвилину. $\text{ХВА} = (\text{ДО-ОМП}) \times \text{ЧД}$. У першому випадку $\text{ХВА} = (500 \text{ мл} - 150 \text{ мл}) \times 16 = 5600 \text{ мл}$; у другому випадку $\text{ХВА} = (250 - 150) \times 32 = 3200 \text{ мл}$. У першому випадку режим дихання вигідніший, так як при більш рідкому, але глибокому диханні, в легені надходить більше кисню.

59. Рушійною силою газообміну є різниця парціального тиску і напруги газів між альвеолами і кров'ю. У нормі в альвеолах $\text{PO}_2 = 100 \text{ мм Hg}$, $\text{PCO}_2 = 46 \text{ мм Hg}$, в венозній крові $\text{PO}_2 = 40 \text{ мм Hg}$, $\text{PCO}_2 = 46 \text{ мм Hg}$, а в артеріальній крові $\text{PO}_2 = 100 \text{ мм Hg}$, а $\text{PCO}_2 = 40 \text{ мм Hg}$.

60. 1) Артеріовенозна різниця за O_2 становить 8%, за CO_2 - 8%. 2) При м'язовій роботі артеріовенозна різниця по кисню може досягати 10%. 3) Коефіцієнт утилізації O_2 в спокої дорівнює $8 \times 100 / 20 = 20$, при роботі $10 \times 100 / 20 = 50$. Причина підвищення коефіцієнта утилізації пов'язана з більшою інтенсивністю окислювальних процесів в м'язах, що працюють.

61. При PO_2 100 і 90 мм Hg насичення гемоглобіну киснем 100%, при 40 мм Hg - 65- 70%. При зниженні PO_2 зі 100 до 70 мм % насичення гемоглобіну киснем зменшиться на 10%, а в зоні 60-30 - на 40%. На висоті 4000 м над рівнем моря % насичення гемоглобіну киснем близько 90%

62. Чим більше утворюється вуглекислоти в тканинах під час роботи, тим більше руйнується оксигемоглобіну і більше кисню надходить у тканини. При інтенсивній м'язовій роботі крива дисоціації оксигемоглобіну зміщується вправо, тобто при тій же напрузі кисню в тканинах розпадається більше оксигемоглобіну.

63. Після холодового виключення блукаючих нервів дихання стає рідшим, так як в складі вагуса йдуть аферентні імпульси від рецепторів розтягування і спадіння легень, а вони необхідні для активації дихального центру. При блокаді такої імпульсації зміну вдиху видихом здійснює пневмотаксичний центр варолієвого мосту, і частота дихання при цьому падає.

64. Перерезка по лінії 1 і 2 не змінить дихання. Перерізка по лінії 3 викличе зупинку дихання. При половинній перерізці мозку між спинним і довгастим буде

односторонній параліч дихальної мускулатури і дихання буде надзвичайно утруднене, так як будуть працювати м'язи лише не пошкодженого боку.

65. У міру розвитку вдиху посилюється подразнення рецепторів розтягування легень, підвищується збудження експіраторного центру і знижується збудливість інспіраторних нейронів. Зовнішні міжреберні м'язи розслабляються і настає видих.

66. При затиску трахеї у собаки А в її крові підвищиться вміст CO_2 , що викличе збудження дихального центру не тільки собаки А, але і собаки Б.

67. Спить дитина, чия пневмограма записана нижче. Дихання дитини, що спить, рідше і меншої амплітуди. Різниця в ритмі дихання у обох дітей свідчить про те, що діти мають незалежні один від одного механізми регуляції дихальної функції.

68. Додавання в дихальну суміш карбогену необхідно для кращої стимуляції дихального центру при польотах на великих висотах і при гіпотермії.

69. У першому випадку потрібен протигаз, у другому - киснева маска.

70. Дихання зупиниться, так як у новонародженого тип дихання тільки діафрагмовий, а реберний ще не сформувався.

71. На вдиху 736 мм Hg, на видиху 740 мм Hg.

72. У дитини є патологія дихання. У нормі частота дихальних рухів у новонародженого 60-70 за хв.

73. При тугому сповиванні дихання утруднюється, так як у дитини переважає діафрагмальний тип дихання.

74. Легенева вентиляція і ХОД у дітей зростає переважно за рахунок зміни частоти дихання.

75. Альвеолярне повітря дітей містить менше вуглекислого газу і більше кисню, ніж у дорослих.

76. Повітря, що видихається, у дітей містить менше вуглекислого газу і більше кисню, ніж у дорослих.

77. Внаслідок поверхневого дихання вентиляція легень менш ефективна, крім того, відносний об'єм мертвого простору у дітей більше, ніж у дорослих.

78. Карбоангідраза в еритроцитах визначається з 5-7 дня після народження.

79. З переходом дитини з горизонтального положення у вертикальне грудна клітка опускається, і створюються умови для переходу від черевного типу дихання до грудного. Тип дихання стає змішаним.

80. Це явище спостерігається у дитини від 3 до 7 років.

81. Внутрішньоплевральний тиск при видиху у новонародженого дорівнює атмосферному, так як обсяг легень у них відповідає обсягу грудної клітки.

82. З віком частота дихання поступово зменшується з 40-60 у новонароджених до 18-20 у дорослих і підлітків.

83. Дані в таблиці розставлені невірно. Треба: 1 день - 190, 1 рік - 300, 6 років - 170, дорослі - 100 мл/кг.

84. Легенева вентиляція збільшується переважно за рахунок зростання частоти дихальних рухів, а не за рахунок глибини дихання.

- 85.** Перший аналіз зроблений у дорослого, другий - у дитини раннього віку. У дитини дихання часте і поверхневе, тому коефіцієнт легеневої вентиляції нижче.
- 86.** Так, як у дитини в цьому віці вміст кисню в альвеолярному повітрі 17,3%, парціальний тиск кисню дорівнює 123 мм Нг.
- 87.** Зміст вуглекислого газу в альвеолярному повітрі 3%, значить парціальний тиск його 21 мм Нг.
- 88.** У першому випадку дитині дошкільного віку, у другому - дорослому.
- 89.** Зі збільшенням віку дітей вміст кисню і вуглекислого газу, як в артеріальній, так і у венозній крові зростає.
- 90.** У першу чергу, відчуття задухи з'явиться у дорослих, так як у дітей знижена чутливість дихального центру до нестачі кисню і надлишку вуглекислоти.
- 91.** Перша пневмограма записана у дорослого, друга - у дитини. Частота дихання у дітей більше, крім того, воно може бути аритмічним і різним по глибині.
- 92.** Так як, у спокої у новонародженої дитини частота дихання досягає 60 за хвилину, то ХОД у даному випадку дорівнює 1200 мл.
- 93.** Оскільки частота дихання у дорослої людини у спокої становить 17- 18 за хвилину, ХОД дорослого дорівнює 8-9 л. ХОД новонародженого - 0,12-0,14 л. Значить, ХОД дорослого більше ХОД новонародженого в 57-75 разів.
- 94.** При дуже повільній перев'язці пуповини зв'язок з організмом матері припиняється повільно і накопичення CO_2 в крові дитини сповільнюється. Згадаймо закон крутизни наростання подразника і отримаємо відповідь.
- 95.** Хвилиний об'єм дихання дорівнює добутку частоти дихання на дихальний обсяг. Отже, у новонародженого він буде дорівнювати $40-80 \times 15-20 = 600 - 1600$ мл, у дитини 5 років $25-30 \times 80-100 = 2000-3000$ мл, а у дорослого $16-20 \times 400-600 = 6400- 12000$ мл.
- 96.** Коефіцієнт вентиляції легенів дорівнює співвідношенню обсягу повітря, яке увійшло в альвеоли, до того обсягу, який там був до вдиху. $\text{КВЛ} = (\text{ДО} - \text{ОМП}) / (\text{ЗО} + \text{РОВид}) = (20-10) / (20 + 80) = 10/100 = 0,1 (10\%)$.
- 97.** Плацента. Є.
- 98.** Періодичні дихальні рухи у плода з'являються з 11 тижня. Сприяють розвитку легенів і кровообігу плоду за рахунок виникнення негативного тиску в грудній порожнині (присмоктуюча дія). Стимулюють дихальні рухи плода гіпоксія, гіперкапнія, ацидоз.
- 99.** Частота періодичних дихальних рухів плода 40 - 70 за хвилину, легені частково розправляються, рідина в дихальні шляхи і легені потрапляє.
- 100.** Відносно велика печінка дитини утруднює рух діафрагми донизу, а горизонтальне положення ребер - їх підняття.
- 101.** 800 - 1500 - 2500 мл відповідно.
- 102.** За рахунок зростання частоти дихання, так як, збільшення глибини дихання у дітей грудного віку практично неможливе через горизонтального положення ребер, що обмежує їх підняття, і великої печінки, що перешкоджає зсуву діафрагми вниз при вдиху.

- 103.** Більше у дітей через високу частоту дихання (великий нееластичний опір) і меншою розтяжністю легень (так як, в тканині легенів колагенових волокон значно більше, а еластинових волокон менше, ніж у дорослого).
- 104.** Вміст вуглекислого газу поступово підвищується від 2,8% до 5,5% (норма дорослого). Вміст кисню поступово знижується від 17,8% до 14,0% (норма дорослого).
- 105.** У плода - 9 - 14 об% (90 - 140 мл/л), у дорослого 19 - 20 об% (190 - 200 мл л). Пояснюється низькою напругою PO_2 в крові плоду (20 - 50 мм рт. ст.)
- 106.** Тому, що дифузія газів через досить товсту плацентарну мембрану (вона в 5 - 10 разів товща за легеневу) істотно ускладнена і обмежені запаси кисню в крові матері.
- 107.** Тому, що окислювальні процеси в тканинах плода знижені, а гліколіз (анаеробний процес) протікає інтенсивно; витрати енергії у плода малі; кровотік через тканини плоду на одиницю маси тіла в два рази більший, ніж у дорослої людини.
- 108.** Нестача кисню, тому що у плода, на відміну від дорослого, недостатність кисню збуджує дихальний центр, а до надлишку CO_2 він мало чутливий.
- 109.** Фактори, що стимулюють перший вдих новонародженого: накопичення в крові вуглекислого газу і зменшення вмісту кисню внаслідок стискання пуповини, що веде до збудження дихального центру, а також потік аферентних імпульсів в ЦНС від екстерн-, проприо- і вестибулорецепторів.
- 110.** Відносно велика, ніж у дорослих, поверхня легенів, велика об'ємна швидкість кровотоку в легенях, більш широка мережа капілярів у легенях.
- 111.** Низька, що обумовлено незрілістю клітин дихального центру і хеморецепторів.
- 112.** Діти, тому що у них найбільша питому вага анаеробних процесів (гліколіз), більш низька збудливість дихального центру, тому він менш чутливий до аферентної імпульсації від судинних рефлексогенних зон.
- 113.** Довільна регуляція дихання з'являється до 2-3 років, це пов'язано з появою мови. У віці 4-6 років вона досить добре розвинена.

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ РІВНЯ ЗНАНЬ

(Вихідний контроль)

«Дослідження зовнішнього дихання. Дослідження механізму вдиху і видиху»:

- 1.** В кінці спокійного вдиху тиск в плевральній щілині становить близько ...
 - A. -8-10 мм рт.ст.
 - B. -6-8 мм рт.ст.
 - C. -3-4 мм рт.ст.
 - D. 0 мм рт.ст.
 - E. + 3-4 мм рт.ст.
- 2.** Дія сурфактанта легень полягає в
 - A. забезпеченні еластичних властивостей легеньт

- В. перешкоді спадінню альвеол
- С. забезпеченні нормального циркулювання трахеобронхіального секрету
- Д. нормального кровообігу в легенях
- Е. перешкоді розростання сполучної тканини

3. М'язи видиху

- А. зовнішні міжреберні і внутрішні міжхрящеві
- В. внутрішні міжреберні
- С. зовнішні міжреберні, внутрішні міжхрящеві, грудні, драбинчасті, грудино-ключично-соскоподібні і діафрагма
- Д. внутрішні міжреберні і м'язи живота
- Е. грудино-ключично-соскоподібні, грудні і діафрагма

4. М'язи вдиху:

- А. зовнішні міжреберні і внутрішні міжхрящеві, внутрішні міжреберні
- В. діафрагма, зовнішні міжреберні, внутрішні міжхрящеві, грудні,
- С. драбинчасті і грудино-ключично-соскоподібні
- Д. внутрішні міжреберні і м'язи живота
- Е. грудино-ключично-соскоподібні, грудні і діафрагма

5. Показники пневмотахометрії характеризують

- А. ефективність вентиляції
- В. альвеолярну вентиляцію
- С. загальну ємність легенів
- Д. бронхіальну прохідність
- Е. залишковий обсяг

6. Що таке еластична тяга легень?

- А. Сила, спрямована на збільшення обсягу легких
- В. Пасивна напруга еластичних волокон легеневої тканини
- С. Тонус бронхіальних м'язів
- Д. Активна напруга дихальних м'язів
- Е. Сила, спрямована на зменшення обсягу легень

7. В кінці спокійного видиху тиск в плевральній щілині становить близько ...

- А. + 3-4 мм рт.ст.
- В. + 1-2 мм рт.ст.
- С. -3-4 мм рт.ст.
- Д. -6-8 мм рт.ст.
- Е. -8-10 мм рт.ст.

8. Яка сила визначає надходження повітря в альвеоли при вдиху?

- А. Різниця між атмосферним тиском і силою еластичної тяги легень
- В. Еластична тяга легень
- С. Різниця між атмосферним і внутрішньоплевральним тиском
- Д. Внутрішньочеревний тиск
- Е. Різниця між парціальним тиском O_2 і CO_2 в альвеолярному повітрі

9. Сурфактант в альвеолах:

- А. Запобігає альвеолярному колапсу
- В. Зменшується при хворобах гіалінових мембран
- С. Зменшується у курців
- Д. Комплекс білків і ліпідів
- Е. Все перераховане вище

10. Аеродинамічний опір:

- А. Збільшується при астмі

- В. Збільшується при параплегії
- С. Складає 80% всіх сил, що протидіють вдиху
- Д. Не змінюється при диханні
- Е. Зменшується до 0 при вдиху

Відповіді: 1-В. 2-В. 3-Д. 4-В. 5-Д. 6-Е. 7-С. 8-С. 9-Е. 10-А.

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ РІВНЯ ЗНАНЬ

(Вихідний контроль)

«Дослідження газообміну в легенях»:

1. Який вміст розчиненого кисню в нормальній артеріальній крові?

- А. 0.9-1,4 об%
- В. 1.5-1,6 об%
- С. 18-22 об%
- Д. 0.25-0.3 об%
- Е. 8-14 об%

2. У нормальних умовах насичення венозної крові киснем становить приблизно ...

- А. 92-97%
- В. 95-100%
- С. 60- 70%
- Д. 25-30%
- Е. 15-25%

3. У нормі вміст кисню в одному літрі артеріальній крові становить приблизно...

- А. 180-220 мл
- В. 300-320 мл
- С. 90-120 мл
- Д. 120-130 мл
- Е. 70-80 мл

4. Коефіцієнт утилізації кисню в організмі людини при помірному фізичному навантаженні зростає до ...

- А. 20-40%
- В. 50-60%
- С. 90-100%
- Д. 75-85%
- Е. 40-60%

5. Як називається стан при якому напруга двоокису вуглецю в артеріальній крові становить 60 і більше мм рт. ст.?

- А. нормакапнія
- В. гіпокапнія
- С. гіпоксемія
- Д. асфіксія
- Е. гиперкапнія

6. Як називається стан, при якому напруга кисню в артеріальній крові становить 60 і менше мм рт. ст.?

- А. гиперкапнія
- В. асфіксія
- С. гіпоксемія
- Д. гіпероксія
- Е. нормакапнія

7. В якій з, наведених нижче, відповідей напруга кисню і вуглекислого газу в артеріальній крові відповідає нормальним величинам (в мм рт. ст.)?

- A. $pO_2 = 120$, $pCO_2 = 60$
- B. $pO_2 = 90$, $pCO_2 = 25$
- C. $pO_2 = 98$, $pCO_2 = 40$
- D. $pO_2 = 55$, $pCO_2 = 30$
- E. жодна відповідь неправильна

8. Газообмін в альвеолах відбувається ...

- A. безперервно при вдиху і видиху
- B. тільки на висоті вдиху
- C. тільки під час видиху
- D. тільки на початку фази видиху
- E. під час фази видиху

9. Який склад характерний для повітря, що видихається?

- A. O_2 18,3%, CO_2 0,03%, N_2 79,0%, пари H_2O 2,67%
- B. O_2 10,0%, CO_2 5,5%, N_2 78,0%, пари H_2O 6,5%
- C. O_2 13,5%, CO_2 5,3%, N_2 74,9%, пари H_2O 6,3%
- D. O_2 16,1%, CO_2 3,9%, N_2 75,1%, пари H_2O 6,0%
- E. O_2 20,85%, CO_2 0,03%, N_2 78,62%, пари H_2O 0,5%

10. Стан, при якому гіперкапінія і гіпоксія виникають в організмі одночасно, називається ...

- A. Гіпероксією
- B. асфіксією
- C. гіпокапінією
- D. гіпоксемією
- E. немає правильної відповіді

Відповіді: 1-D. 2-C. 3-A. 4-B. 5-E. 6-C. 7-C. 8-A. 9-D. 10-B.

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ РІВНЯ ЗНАНЬ

(Вихідний контроль)

«Дослідження транспорту газів в легенях».

1. Як зміниться спорідненість гемоглобіну до кисню при підвищенні в еритроцитах концентрації 2,3 дифосфоглицерата?

- A. Підвищиться
- B. Зменшиться
- C. Не зміниться
- D. Можуть бути різноспрямовані зміни
- E. Всі відповіді неправильні

2. Як зміниться спорідненість гемоглобіну до кисню при збільшенні в крові концентрації водневих іонів і CO_2 ?

- A. Незначно підвищиться
- B. Зменшиться
- C. Не зміниться
- D. Можуть бути різноспрямовані зміни
- E. Значно підвищиться

3. Як зміниться спорідненість гемоглобіну до кисню, якщо у пацієнта температура тіла підвищилася до 39 градусів Цельсія?

- A. Підвищиться

- В. Не зміниться
- С. Зменшиться
- Д. Істотно підвищиться
- Е. Можуть бути різнонаправлені зміни

4. Дайте порівняльну оцінку спорідненості гемоглобіну і міоглобіну до кисню.

- А. Спорідненість у гемоглобіну вище, ніж у міоглобіну
- В. Мають однакову спорідненість до кисню
- С. Спорідненість у міоглобіну вище, ніж у гемоглобіну
- Д. Міоглобін не здатний зв'язувати кисень на відміну від гемоглобіну
- Е. Всі відповіді неправильні

5. Як відрізняється спорідненість гемоглобіну до кисню плоду (HbF) і дорослої людини (HbA)?

- А. Спорідненість у HbA незначно вище, ніж у HbF
- В. Обидва види Hb мають однакову спорідненість
- С. Спорідненість у HbA істотно вище, ніж у HbF
- Д. Спорідненість у HbF вище, ніж у HbA
- Е. Спорідненість у HbA набагато вище ніж у HbF

6. Максимальна кількість кисню, що може зв'язати певний обсяг крові при повному насиченні гемоглобіну киснем, називається ...

- А. Кисневою ємністю крові
- В. Колірним показником
- С. Показником насичення
- Д. Гематокритним показником
- Е. Дихальним коефіцієнтом

7. Чи може в звичайних умовах фізично розчинений в крові кисень забезпечити потребу організму в кисні?

- А. Так
- В. Може, в умовах спокою
- С. Ні
- Д. Може, в умовах основного обміну
- Е. Може при фізичному навантаженні

8. Який вміст розчиненого кисню в нормальній артеріальній крові?

- А. 0.9-1,4 об%
- В. 1.5-1,6 об%
- С. 18-22 об%
- Д. 0.25-0.3 об%
- Е. 0.5-0.9 об%

9. Скільки мілілітрів кисню може зв'язати один грам гемоглобіну (за різними джерелами літератури)?

- А. Від 0.8 до 0.9
- В. Від 2.5 до 3,0
- С. Від 1.34 до 1.39
- Д. Від 1.8 до 2,5
- Е. Від 1 до 1.33

10. Як зміниться киснева ємність крові при зниженні концентрації гемоглобіну?

- А. Збільшиться
- В. Не зміниться
- С. Зменшиться
- Д. Можуть бути різноспрямовані зміни

Е. Значно збільшиться

Відповіді: 1-В. 2-В. 3-С. 4-С. 5-Д. 6-А. 7-С. 8-Д. 9-С. 10-С.

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ РІВНЯ ЗНАНЬ

(Вихідний контроль)

«Дослідження нервової регуляції дихання:

1. Яка роль блукаючих нервів у диханні?

- А. Несуть аферентні імпульси від легень і інервують діафрагму
- В. Збуджують гладку мускулатуру бронхів і діафрагму
- С. Несуть аферентні імпульси від рецепторів розтягування легень
- Д. Інервують легень і гладку мускулатуру бронхів
- Е. Несуть аферентні імпульси від легень і інервують гладку мускулатуру бронхів і діафрагму

2. Структури дихального центру, що володіють автоматією, розташовані в:

- А. корі головного мозку
- В. спинному мозку
- С. мості
- Д. середньому мозку
- Е. довгастому мозку

3. Перемикання з вдиху на видих забезпечується ...

- А. руховими центрами спинного мозку
- В. пневмотаксичним центром моста
- С. центрами довгастого мозку
- Д. зірчастим ганглієм
- Е. корою великих півкуль

4. Від яких рецепторів починаються рефлекси Геринга-Брейера?

- А. рецепторів розтягування
- В. рецепторів до вуглекислого газу
- С. барорецепторів
- Д. J-рецепторів
- Е. терморецепторів

5. Стимуляція рефлексу Геринга-Брейера призводить до

- А. збільшення об'єму вдиху і видиху
- В. переключенню видиху на видих
- С. збільшення альвеолярної вентиляції
- Д. переключенню видиху на вдих і вдиху на видих
- Е. переключенню видиху на вдих

6. Центр вдиху довгастого мозку отримує імпульси на припинення вдиху від

- А. пневмотаксичного центру, центру видиху, механорецепторів легень і дихальних м'язів
- В. центру видиху довгастого мозку і пневмотаксичного центру
- С. механорецепторів легень, міжреберних м'язів і діафрагми
- Д. хеморецепторів дуги аорти і каротидного синуса
- Е. дихального центру довгастого мозку і варолієвого мосту

7. В експерименті при пошкодженні пневмотаксичного центру і двосторонній ваготомії спостерігається:

- А. глибоке і рідке дихання

- В. часте і поверхнєве дихання
- С. затримка дихання на вдиху (апнейзис)
- Д. затримка дихання на видиху
- Е. дихання не зміниться

8. Під час експерименту при двосторонній ваготомії спостерігається:

- А. дихання не зміниться
- В. часте і поверхнєве дихання
- С. затримка дихання на вдиху (апнейзис)
- Д. затримка дихання на видиху
- Е. глибоке і рідке дихання

9. При тотальному пошкодженні спинного мозку на рівні C_1 спостерігається:

- А. часте і глибоке дихання
- В. зупинка дихання
- С. дихання за рахунок скорочення діафрагми
- Д. дихання за рахунок скорочення внутрішніх грудних м'язів
- Е. дихання не зміниться

10. При тотальному пошкодженні спинного мозку на рівні Th_1 спостерігається:

- А. часте і глибоке дихання
- В. зупинка дихання
- С. дихання за рахунок скорочення діафрагми
- Д. дихання за рахунок скорочення внутрішніх грудних м'язів
- Е. дихання не зміниться

Відповіді: 1-D. 2-B. 3-A. 4-C. 5-D. 6-D. 7-C. 8-A. 9-D. 10-C.

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ РІВНЯ ЗНАНЬ (Вихідний контроль)

«Дослідження гуморальної регуляції дихання»:

1. Яка з перерахованих структур має повний набір рецепторів до кисню, вуглекислого газу і рН?

- А. бронхи
- В. легені
- С. довгастий мозок
- Д. каротидне тільце
- Е. міст

2. Чим переважно можна пояснити відносну сталість газового складу артеріальної крові при порівняно широкій мінливості поглинання O_2 в організмі і виділення з нього CO_2 ?

- А. постійністю об'ємної швидкості кровотоку
- В. постійністю складу альвеолярного повітря
- С. постійністю артеріального тиску
- Д. постійністю рН плазми крові
- Е. постійністю складу вдихуваного повітря

3. Діяльність дихального центру, що визначає частоту і глибину дихання, залежить перш за все від ...

- А. PCO_2 , PO_2 і рН артеріальної крові
- В. PCO_2 , PO_2 і рН венозної крові
- С. кількості формених елементів крові
- Д. гематокритного показника
- Е. кори великих півкуль

4. Провідне значення в регуляції величини вентиляції легенів має ...

- A. PCO_2 венозної крові
- B. PCO_2 повітря, що видихається
- C. PCO_2 артеріальної крові
- D. PO_2 артеріальної крові
- E. PO_2 венозної крові

5. Під час експерименту Фридерика з перехресним кровопостачанням у одного собаки перетискають трахею, в результаті чого в іншій виникає ...

- A. гіпопноє
- B. періодичне дихання
- C. ейпноє
- D. гіперпноє
- E. апноє

6. Периферичні хеморецептори, які беруть участь в регуляції дихання, реагують переважно на зміну ...

- A. PO_2 альвеолярного повітря
- B. PO_2 венозної крові
- C. PCO_2 венозної крові
- D. PO_2 артеріальної крові
- E. PCO_2 артеріальної крові

7. Які рецептори легких реагують на дію тютюнового диму, пилу, слизу, парів їдких речовин?

- A. розтягування
- B. J-рецептори
- C. іритантні
- D. барорецептори
- E. всі зазначені рецептори

8. Хворому з рідкісним і поверхневим диханням дають дихати сумішшю O_2 (96-97%) і CO_2 (3-4%). Чи обов'язково наявність CO_2 в даному випадку і чи доцільно подальше збільшення його в суміші?

- A. обов'язково, але подальше збільшення недоцільно
- B. наявність CO_2 в суміші не обов'язково
- C. обов'язково і подальше збільшення доцільно
- D. наявність CO_2 в суміші обов'язково
- E. Не обов'язково і подальше збільшення його в суміші недоцільно

9. Після виконання роботи на глибині моря 80 метрів, підйом водолаза був прискорений. Які явища можуть розвинути при цьому?

- A. зниження напруги O_2 в артеріальною крові
- B. підвищення вмісту в крові O_2
- C. підвищення вмісту в крові азоту
- D. вихід з крові газів - десатурація
- E. зниження парціального тиску газів альвеолярного повітря

10. Група туристів по канатній дорозі піднялася на гору заввишки 3000 метрів. Як зміниться у них дихання?

- A. збільшиться глибина дихання
- B. збільшиться частота дихання
- C. збільшиться частота і глибина дихання
- D. дихання не зміниться
- E. зменшиться глибина і частота дихання

Відповіді: 1-D. 2-B. 3-A. 4-C. 5-D. 6-D. 7-C. 8-A. 9-D. 10-C.

Тести з англomовних джерел

(Джерело: Constanzo L.S. BRS Physiology: The 7th International Edition /L.S.Constanzo, 2019.-325p.- P.116-147 (Respiratory Physiology)).

1. **Which of the following lung volumes or capacities can be measured by spirometry?**
 - A. Functional residual capacity (FRS)
 - B. Physiologic dead space
 - C. Residual volume (RV)
 - D. Total lung capacity (TLC)
 - E. Vital capacity (VC)
1. **Який із наступних об'ємів або ємностей може бути виміряний за спірометрією?**
 - A. Функціональна залишкова ємність (ФЗЄ)
 - B. Фізіологічний мертвий простір
 - C. Залишковий об'єм (ЗО)
 - D. Загальна ємність легень (ЗЄЛ)
 - E. *Життєва ємність
2. **Which of the following is true during inspiration?**
 - A. Intrapleural pressure is positive
 - B. The volume in the lungs is less than the functional residual capacity (FRC)
 - C. Alveolar pressure equals atmospheric pressure
 - D. Alveolar pressure is higher than atmospheric pressure
 - E. Intrapleural pressure is more negative than it is during expiration
2. **Що з наступного правильно під час вдиху?**
 - A. Інтраплевральний тиск позитивний
 - B. Об'єм в легенях менший, ніж функціональна залишкова ємність (ФЗЄ)
 - C. Альвеолярний тиск рівний атмосферному тиску
 - D. Альвеолярний тиск вище, ніж атмосферний
 - E. *Інтраплевральний негативніший, ніж під час видиху
3. **When a person is standing, blood flow in the lungs is:**
 - A. Equal at the apex and the base
 - B. Highest at the apex owing to the effects of gravity on arterial pressure
 - C. Highest at the base because that is where the difference between arterial and venous pressure is greatest
 - D. Lowest at the base because that is where alveolar pressure is greater than arterial pressure
 - E. No correct answer
3. **Коли людина стоїть, кровотік у легенях:**
 - A. Однаковий на верхівці і у основі
 - B. Найбільший на верхівці через ефект сили тяжіння на артеріальний тиск
 - C. *Найбільший у основі, тому що саме там різниця між артеріальним та венозним тиском максимальна
 - D. Найменший у основі, тому, що саме там альвеолярний тиск більший, ніж артеріальний тиск
 - E. Правильної відповіді немає
4. **Which of the following is the site of highest airway resistance?**
 - A. Trachea

- B. Largest bronchi
- C. Medium-sized bronchi
- D. Smallest bronchi
- E. Alveoli

4. Що з наступного є місцем найбільшого опору повітроносних шляхів?

- A. Трахея
- B. Найбільші бронхи
- C. *Бронхи середнього розміру
- D. Найменші бронхи
- E. Альвеоли

5. *Hypoxemia produces hyperventilation by a direct effect on:*

- A. Phrenic nerve
- B. J receptors
- C. Lung stretch receptors
- D. Medullary chemoreceptors
- E. Carotid and aortic body chemoreceptors

5. Гіпоксемія викликає гіпервентиляцію через безпосередній ефект на:

- A. Діафрагмальний нерв
- B. J рецептори
- C. Рецептори розтягнення легень
- D. Мозкові хеморецептори
- E. *Хеморецептори каротидного і аортального тілець

6. *In a maximal expiration, the total volume expired is:*

- A. Tidal volume
- B. Vital capacity
- C. Expiratory reserve volume
- D. Functional residual capacity
- E. Inspiratory capacity

6. При максимальному видиху (мається на увазі після глибокого вдиху) загальний об'єм, що видихається, складає:

- A. Дихальний об'єм
- B. *Життєва ємність
- C. Резервний об'єм видиху
- D. Функціональна залишкова ємність
- E. Ємність вдиху

7. *In which vascular bed does hypoxia cause vasoconstriction?*

- A. Coronary
- B. Pulmonary
- C. Cerebral
- D. Muscle
- E. Skin

7. В якому судинному руслі гіпоксія викликає вазоконстрикцію?

- A. Коронарному
- B. *Легеневому
- C. Мозковому
- D. М'язовому
- E. Шкірному

8. *What structure is responsible primarily for inspiration?*

- A. Neurons dorsal respiratory group located in medullary respiratory center

- B. Medullary ventral respiratory group neurons
- C. Pneumotaxic center in hypothalamus
- D. Lung stretch receptors
- E. No correct answer

8. Яка структура в основному відповідальна за вдих?

- A. *Нейрони дорсальної респіраторної групи, що розташовані в медулярному дихальному центрі в довгастому мозку
- B. Нейрони вентральної респіраторної групи
- C. Пневмотаксичний центр в гіпоталамусі
- D. Рецептори розтягнення легень
- E. Правильної відповіді немає

9. Find the mistake in respiratory responses to exercise:

- A. Decreased oxygen consumption
- B. Increased carbon dioxide production
- C. Enforced ventilation rate
- D. Increased pulmonary blood flow (cardiac output)
- E. No mistakes

9. Найдіть помилку у відповідях дихальної системи на фізичне навантаження:

- A. *Знижене поглинання кисню
- B. Підвищена продукція вуглекислого газу
- C. Посилена величина вентиляції
- D. Збільшений легеневий кровоток (серцевий викид)
- E. Помилка немає

10. What is true about central and peripheral chemoreceptors activity?

- A. Central chemoreceptors are located in medulla oblongata
- B. Central chemoreceptors act with breathing rate increase to acidosis due to pH decrease and carbonic dioxide partial pressure increase
- C. Peripheral chemoreceptors are located in carotid and aortic bodies
- D. Stimuli that increase breathing rate while acting to peripheral chemoreceptors are hypoxia at oxygen partial pressure lowering less than 60 mm Hg, carbonic dioxide partial pressure increase and pH lowering
- E. All mentioned is correct

10. Що є правильним щодо активності центральних та периферичних хеморецепторів?

- A. Центральні хеморецептори розташовуються в довгастому мозку
- B. Центральні хеморецептори відповідають збільшенням частоти дихання на ацидоз в результаті зниження рН і збільшенням парціального тиску вуглекислого газу
- C. Периферичні хеморецептори розташовуються в каротидних і аортальних тільцях
- D. Стимули, що збільшують частоту дихання під час дії на периферичні хеморецептори – гіпоксія при зниженні парціального тиску кисню нижче, ніж 60 мм.рт.ст., збільшення парціального тиску вуглекислого газу і зниження рН.
- E. *Все приведено вірно

IFOM

1. A 70-year-old man with a 50-pack-year history of smoking comes to his doctor's office reporting shortness of breath. His vital signs are blood pressure, 130/80 mm Hg; heart rate, 89; and respiratory rate, 10. On physical examination, he demonstrates an increased anterior-posterior diameter of the chest. While sitting, the patient leans forward and breathes with his lips pursed. Auscultation of his lungs reveals a prolonged expiratory phase.

Which of the following statements most accurately describes the limitations of gas exchange in this patient's lungs?

- A. Gas exchange does not differ from that in a healthy individual
- B. Gas exchange will increase with an increase in blood flow
- C. Oxygen partial pressure will fully equilibrate early along the length of the pulmonary capillary
- D. The diffusion capacity of carbon monoxide is normal or increased
- E. The surface area for gas exchange is decreased**

1. 70-річний чоловік із стажем паління 50 пачок за рік звертається в офіс свого лікаря із скаргою на задишку. Його життєві показники такі: кров'яний тиск 130/80 мм рт.ст.; ЧСС 89 і ЧД (частота дихання) 10. При фізичному обстеженні він демонструє збільшений передньо-задній діаметр грудної клітки. Сидячи, пацієнт нахилиється вперед і дихає, стиснувши губи. Аускультация його легенів показує подовжену фазу видиху. Яке з наступних тверджень якнайкраще описує обмеження обміну газів в легенях цього пацієнта?

- A. Обмін газів не відрізняється від такого у здорового індивідуума
- B. Обмін газів збільшиться зі збільшенням кровотоку
- C. Парціальний тиск кисню повністю урівноважиться на ранніх стадіях по усій довжині легеневого капіляра
- D. Дифузійна місткість монооксиду вуглецю нормальна або збільшена
- E. Площа поверхні для обміну газів зменшується**

2. *A 26-year-old woman who is pregnant for the first time presents to a local free community clinic for a smoking cessation program. She has been trying to stop smoking for the past few months. On further questioning, she states that she is 23 weeks pregnant and has been having abdominal pain and menstrual-like cramps for the past 2 weeks. She also notes light vaginal bleeding that occurred earlier today. On examination, she is found to be in preterm labor and is transported to a nearby hospital. Despite efforts to halt her labor, she delivers that night. The neonate is short of breath, appears cyanotic, and is using accessory muscles for respiration, with visible chest wall retractions and nasal flaring. These signs and symptoms indicate that a critical substance is deficient in this infant. The cells that produce this critical substance are also responsible for which of the following?*

- A. Gas diffusion across the respiratory membrane
- B. Helping degrade toxins in the lung
- C. Lung tissue proliferation during pulmonary damage**
- D. Phagocytic activity within the respiratory system
- E. Secretion of hormone-containing vesicles (eg, ADH and serotonin)

2. 26-річна, уперше вагітна жінка, знаходиться в місцевій безкоштовній громадській клініці щодо програми припинення паління. Вона намагалася кинути палити останні декілька місяців. При подальшому розпитуванні вона стверджує, що у неї термін вагітності 23 тижні, болі в животі з нападами кольок, схожими на менструальні, впродовж останніх 2 тижнів. Вона також відмічає незначну вагінальну кровотечу, що виникла раніше сьогодні. При обстеженні у неї виявлені передчасні пологи і вона була транспортована в довозлишню клініку. Незважаючи на зусилля загальмувати її пологи, вона народжує в ту ніч. У новонародженого задишка, ціаноз, використання додаткових м'язів для дихання, він з видимими ретракціями грудної клітки і роздмухуванням ніздрів. Ці ознаки і симптоми вказують на те, що критична речовина в дефіциті у цього немовляти. Клітини, що продукують цю критичну речовину, також відповідальні за що з наступного?

- A. Дифузія газу через дихальну мембрану
- B. Допомога при руйнуванні токсинів в легенях

- C. Проліферація легеневої тканини під час ушкодження легенів
- D. Фагоцитарна активність в дихальній системі
- E. Секреція гормонмістких везикул (наприклад, АДГ і серотоніна)

3. A 60-year-old male presents to his primary care physician with the complaint of being easily tired, to the point of having shortness of breath and great difficulty climbing a flight of stairs. The patient has a known cigarette smoking history, having smoked since his early 20s. He started with smoking one pack per day, before eventually developing a 2–3 pack-per-day habit in his 30s. The physician determines the patient to have a resting oxygen saturation of 90%. Pulmonary testing is performed and the changes from baseline shown in the table are noted. Designations: 1) FEV₁ – volume expired in the first second of a forced maximal expiration; it is initiated after maximal inspiration; the index is a measure of how quickly full lungs empty; forced expiratory volume in 1 second. 2) FVC – maximum volume of air which can be expired with maximal force (after a maximal inspiration) during a forced manoeuvre; forced vital capacity. 3) TLC – total lungs capacity. 4) RV – residual volume. 5) D_{LCO} – lungs diffusing capacity; it is measured with carbon monoxide. Which of the following is primarily responsible for these pulmonary changes?

D _{LCO}	↓
FVC	↓
TLC	↑
RV	↑
FEV ₁	↓↓

- A. Decreased ability of hemoglobin to bind oxygen
- B. **Decreased diffusion of oxygen across the respiratory membrane.**
- C. Decreased hemoglobin content of the blood.
- D. Decreased pulmonary perfusion.
- F. Decreased solubility of oxygen in the blood.

3. 60-річний чоловік знаходиться у свого лікаря із скаргою на легку стомлюваність в сенсі задишки і великої труднощі підняття по сходах. Пацієнт довго палить, з 20 років. Він почав палити по пачці сигарет в день, довівши врешті-решт свою звичку до 2-3 пачок на початку своїх 30 років. Лікар виявив збільшення насичення залишкового об'єму до 90%. Проводяться легеневі тести і відзначаються в таблиці відхилення від норми: Позначення: 1) FEV₁ - видихнутий об'єм в першу секунду максимального форсованого видиху; ініціюється після максимального вдиху; показник є мірою того, як швидко зменшують свій об'єм легені; формований об'єм видиху за 1 сек; 2) FVC - максимальний об'єм повітря, який може бути видихнутим з максимальною силою (після максимального вдиху) під час форсованого маневру; форсована життєва місткість; 3) TLC - загальна місткість легенів; 4) RV - залишковий об'єм; 5) D_{LCO} - дифузійна місткість легенів; вимірюється з монооксидом вуглеця. Що з наступного передусім відповідальне за ці легеневі зміни?

- A. Понижена здатність гемоглобіну зв'язувати кисень
- B. **Знижена дифузія кисню через респіраторну мембрану;**
- C. Понижений вміст гемоглобіну в крові;
- D. Зменшена перфузія легенів;
- E. Понижена розчинність кисню в крові.

4. A 65-year-old male with a 110 pack-year history of smoking presents to his primary care physician with a complaint of difficulty in breathing. He states that he becomes short of breath when he exerts himself to any extent. In addition, he has had a persistent cough for the past 3 months. A chest X-ray shows the presence of a flattened diaphragm. The physician orders pulmonary function tests to further evaluate the patient's respiratory system. Using the table above, which of the following pulmonary function test results are most likely to be generated by this patient?

	D _{Lco}	FVC	TLC	RV	FEV ₁
A	↑	↓	↑	↑	↓↓
B	↓	↓	↑	↑	↓↓
C	↑	—	—	—	—
D	↓	↓↓	↓	↓	↓↓
E	—	—	—	—	↑

A B C D E

4. 65-річний чоловік з історією паління в 110 пачок за рік є присутнім у свого лікаря із скаргою на трудність дихання. Він стверджує, що у нього спостерігається задишка, коли він напружує себе у будь-якому ступені. Крім того, він мав персистируючий кашель останні 3 місяці. Рентгеновське обстеження показує сплющену діафрагму. Лікар примушує зробити тести функціонування легень для подальшої оцінки стану дихальної системи. Використовуючи таблицю, приведену вище, які результати тестів функціонування легень, найімовірніше, генеруються цим пацієнтом?

A B C D E

5. A 64-year-old woman comes to her primary care physician because of gradually worsening shortness of breath. She also expresses concern that her lips turn blue when she ascends stairs. On physical examination, the physician notes increased anteroposterior (AP) diameter of her chest, hyperresonance on percussion of lung fields, and increased respiratory effort. The patient's blood pressure is 110/70 mm Hg and her pulse is 90/min. She has had well-managed diabetes for 8 years and a 40-pack-year history of smoking. The patient is sent for evaluation of her lung function. Which of the following is most likely during forced expiration?

- A. Airway compression that limits flow more than normal
- B. Intra-alveolar pressure equal to atmospheric pressure
- C. Negative alveolar pressure
- D. Negative pleural pressure
- E. Transmural pressure of zero

5. 64-річна жінка приходить до свого лікаря через задишку, що поступово погіршується. Вона також висловлює думку, що її губи стають синіми, коли вона піднімається по сходах. При фізикальному (фізичному) обстеженні лікар відмічає збільшений передньо-задній діаметр її грудної клітки, гіперрезонанс при перкусії легеневих полів і збільшене легеневе зусилля. Кров'яний тиск пацієнтки 110/70 мм.рт.ст і її пульс 90 в хвилину. У неї добре контрольований діабет впродовж 8 років і історія паління 40 пачок за рік. Пацієнтка направляється для оцінки функції її легень. Що з наступного найімовірніше під час форсованого видиху?

- A. Компресія (здавлення) дихальних шляхів, яка лімітує потік більше, ніж в нормі
- B. Інтра-альвеолярний тиск рівний атмосферному
- C. Негативний альвеолярний тиск
- D. Негативний плевральний тиск
- E. Трансмуральний тиск нульовий

6. A 65-year-old man is undergoing follow-up testing for suspected restrictive lung disease. The patient has a 5-pack/year smoking history. Laboratory testing reveals an arterial carbon dioxide pressure of 45 mm Hg and an expired air carbon dioxide pressure of 30 mm Hg. His physiologic dead space is 125 mL. Which of the following is the patient's tidal volume?

- A. 100 mL
- B. 250 mL
- C. **375 mL**
- D. 600 mL
- E. 700 mL

6. 65-річний чоловік проходить тестування на підтвердження очікуваної рестриктивної хвороби легенів. У пацієнта в анамнезі паління 5 пачок за рік. Лабораторне тестування показує тиск вуглекислого газу в артеріальній крові 45 мм.рт.ст., а в повітрі, що видихається, 30 мм.рт.ст. Його фізіологічний мертвий простір дорівнює 125 мл. Який з подальших дихальний об'єм пацієнта?

- A. 100 мл
- B. 250 мл
- C. **375 мл**
- D. 600 мл
- E. 700 мл

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна:

1. Физиология человека: учебник для студ. мед. вузов /под ред. В.М. Покровского, Г.Ф. Коротько. – М.: Медицина, 2011. – 664 с. Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785225100087.html>.
2. Нормальная физиология: учебник, рек. ГОУ ВПО "Первый Московский гос. мед. ун-т им. И. М. Сеченова" для студ. учреждений высш. проф. образования, обучающихся по спец. "Лечебное дело" / под ред. Б. И. Ткаченко. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Гэотар Медиа, 2014. – 687, [1] с.: рис. + 1 эл. опт. диск (CD-ROM).
3. Физиология человека [Текст]: учебник / под ред. В. М. Покровского, Т. Ф. Коротько. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Медицина, 2011. – 664 с.
4. Камкин, А. Г. Атлас по физиологии [Электронный ресурс]: в 2-х т.: учебное пособие / А. Г. Камкин, И. С. Киселева. – М.: ГЭОТАР-МЕДИА, 2010. – Т. 1. – 404 с. Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970412909.html>
5. Камкин, А. Г. Атлас по физиологии [Электронный ресурс]: в 2-х т.: учебное пособие / А. Г. Камкин, И. С. Киселева. - Электрон. текстовые дан. - М.: ГЭОТАР-МЕДИА, 2012. – Т. 2. – 448 с. Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970415948.html>.

6. Судаков, К. В. Нормальная физиология: учебник для студ. мед. вузов / К. В. Судаков. – М.: МИА, 2006. – 919 с.
7. Нормальная физиология [Электронный ресурс] : учебник / К. В. Судаков [и др.]; под ред. К. В. Судакова. – Электрон. текстовые дан. – М.: Гэотар Медиа, 2011. – 880 с. Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970419656.html>
8. Алипов Н.Н. Основы медицинской физиологии. Учебное пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – М., Практика, 2013. – 496 с., 200 ил.
9. Нормальная физиология: учебник / под ред. К.В. Судакова. – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2012. – 880 с.: ил.
10. Физиология в рисунках и таблицах: вопросы и ответы / Под ред. В.М. Смирнова. – 4-е изд. – М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2009. – 456 с.
11. Филимонов В.И. Физиология человека.- Киев: Медицина, 2008.- С. 505-550.
12. Филимонов В.И. Физиология человека в вопросах и ответах.- Винница:Новая книга, 2009.- С. 187-227.
- 13.Філімонов В.І. Фізіологія людини в запитаннях і відповідях.- Вінниця: Нова книга, 2010.- С. 177-204-215.
14. Гжегоцький М.Р., Філімонов В.І., Петришин Ю.С., Мисаковець О.Г. Фізіологія людини.-Київ: Книга плюс, 2005. – С. 291-306-313.
15. Ганонг В.Ф. Фізіологія людини. – Львів: БАК, 2002.- С.593-616-622.
16. Фізіологія/[Шевчук В.Г., Мороз В. М., Белан С. М., Гжегоцький М. Р., Йолтухівський М. В.] ; за ред. В.Г.Шевчука.- Вінниця: Нова Книга, 2012.- 448 с.
17. Фізіологія людини: підручник / В.І.Філімонов. – К.: ВСВ «Медицина», 2010.- 776 с..

Додаткова:

1. Агаджанян Н.А., Тель Л.З., Циркин В.И., Чеснакова С.А. Физиология человека. – М.: Медицинская книга, Н. Новгород: Издательство НГМА, 2001. – 526 с.: илл.
2. Нормальная физиология. Ситуационные задачи и тесты / Под ред. К.В. Судакова. – М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2006. – 248 с.
3. Нормальная физиология. Учебное пособие. Москва, 2002. – 302 с.
4. Физиология человека: Учебник / Под ред. В.М. Покровского, Г.Ф. Коротько – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ОАО «Издательство «Медицина», 2007. – 656 с.: ил.: [2] л. ил. – (Учеб. лит. для студ. мед. вузов).
5. Физиология человека: в 3-х томах. Пер. с англ./Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. – 3-изд. – М.: Мир, 2007. – 314 с., ил.
6. Физиология и основы анатомии: Учебник/Под ред. А.В. Котова, Т.Н. Лосевой. – М.: ОАО «Издательство «Медицина», 2011. – 1056 с.
7. Фундаментальная и клиническая физиология: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / Под ред. А.Г. Камкина и А.А. Каменского – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 1072 с.

8. Руководство к практическим занятиям по нормальной физиологии: учебное пособие / Н.Н. Алипов, Д.А. Ахтямова, В.Г. Афанасьев и др.; под ред. С.М. Будылиной, В.М. Смирнова. – М.: Академия, 2005. – 331 с.
9. Физиология плода и детей: учебник / под ред. В.Д. Глебовского. – М.: Медицина, 1988. – 224 с. 60
5. Гайтон А.К. Медицинская физиология / А.К. Гайтон, Д.Е. Холл. – М.: Логосфера, 2008. – 1296 с.

Список використаної літератури:

1. Агаджанян Н.А., Тель Л.З., Циркин В.И., Чеснокова С.А. Физиология человека.-М.:Медицинская книга, Н. Новгород: Издательство НГМУ, 2005.- С.271-231.
2. Мищенко В.П., Соколенко В.Н., Жукова М.Ю./ Физиология висцеральных систем. Система дыхания. Учебное пособие для студентов иностранного факультета.- Полтава.- 2006.- 50 с.
3. Фізіологія: практикум для студентів стоматологічних факультетів медичних ВНЗ України/І.В.Мищенко, В.М.Соколенко, Т.М.Запорожець...; за ред.. проф.. І.В.Мищенка.-Полтава:ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі», 2014.- 240 с.
4. Физиология человека: учебник/ В.И. Филимонов – К.: Медицина, 2008.- С. 505-550.
5. Филимонов В.И. Руководство по общей и клинической физиологии.-М.: Медицинское информационное агентство,2002.- С.597-672.
6. Физиология человека: Учебник / Под ред. В.М. Покровского, Г.Ф. Коротько – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ОАО «Издательство «Медицина», 2007. – 656 с.
7. Физиология человека: в 3-х томах. Пер. с англ./Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. – 3-изд. – М.: Мир, 2007. – Т.2.- 314 с.
8. Дыхание. Дыхательная система [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://meduniver.com/Medical/Physiology/416.html>.
9. Физиология и функции дыхательной системы человека [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://biofile.ru/chel/14421.html>.
10. Физиология дыхания [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://studfiles.net/preview/4335234/>.
11. Сурфактант. Поверхностное натяжение и спадение альвеол [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://meduniver.com/Medical/Physiology/847.html>.
12. Типы вентиляции и виды нарушений вентиляции альвеол [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://медпортал.com/terapiya-anesteziologiya-intensivnaya/tipyi-ventilyatsii-vidyi-narusheniy-60342.html>.
13. Первый вдох ребенка, причины его возникновения. Характеристика первого вдоха. Особенности дыхания у новорожденных и детей раннего возраста [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://studopedia.ru/11_113058_perviy-

vдох-rebenka-prichini-ego-vozniknoveniya-harakteristika-pervogo-vdoha-
osobnosti-dyhaniya-u-novorozhdennykh-i-detey-rannego-vozrasta.html

14. Кривая диссоциации оксигемоглобина [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://teb-consulting.ru/post-2486>.
15. Регуляция дыхания [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://kineziolog.su/content/regulyaciya-dyhaniya>.

ЗМІСТ

Вступ	3
Зовнішнє дихання	4
Внутрішньоплевральний тиск у новонародженого	15
Легенева вентиляція	20
Види порушень вентиляції	26
Газообмін в легенях і транспорт газів	28
Регуляція дихання	38
Практичне заняття № 1. Дослідження показників зовнішнього дихання ...	58
Практичне заняття № 2. Легенева вентиляція. Газообмін. Транспортування газів кров'ю	64
Практичне заняття № 3. Дослідження процесу регуляції дихання	66
Практичне заняття № 4. Розв'язування ситуаційних задач та практичні навички з фізіології системи дихання	69
Тести для підготовки до КТІ та «Крок-1»	72
Ситуаційні завдання для перевірки кінцевого рівня знань з теми «Фізіологія дихання»	114
Відповіді на ситуаційні завдання для перевірки кінцевого рівня знань з теми «Фізіологія дихання»	119
Ситуаційні завдання для підготовки до модуля 2 «Фізіологія вісцеральних систем»	125
Відповіді до ситуаційних завдань для підготовки до модуля 2 «Фізіологія вісцеральних систем»	134
Тестові завдання для самоконтролю рівня знань	142
Тести з англomовних джерел	150
IFOM	152
Рекомендована література	156
Список використаної літератури	158