

Практична робота
Дослідження функціональних властивостей дихальної системи

Нервовий центр регуляції дихання знаходиться в стовбурі мозку. Група нейронів довгастого мозку складає ритмічний центр дихання, який періодично генерує сигнал до дихальних м'язів – діафрагми та зовнішніх міжреберних м'язів, викликаючи їх скорочення. Таким чином, відбувається вдих. Видих є пасивним процесом. Коли сигнал від ритмічного центру припиняється, дихальні м'язи розслаблюються. Цей цикл повторюється безперервно впродовж всього життя людини. У мосту мозку є дві групи нейронів, що модулюють активність ритмічного центру згідно з поточною діяльністю організму.

Дихальна система підтримує концентрацію кисню та вуглекислого газу в крові та рН крові всередині нормального діапазону значень. Відхилення будь-якого з цих параметрів від нормального діапазону впливає на дихальні рухи. Головним чинником, що регулює частоту дихання, є концентрація CO_2 в крові, яка впливає на частоту генерації ритму дихання і його глибину. Коли рівень CO_2 зростає, це підвищує активність ритмічного центру і спричиняє скорочення додаткових дихальних м'язів, що забезпечує збільшення розміру грудної порожнини. Пристосувальне налаштування дихальної функції відповідно до умов зовнішнього середовища та активності організму відбувається завдяки інформації від сенсорних рецепторів. У великих артеріях та довгастому мозку знаходяться хеморецептори, які вимірюють концентрацію кисню та вуглекислого газу в крові, а в стінках альвеол є рецептори розтягнення, які активуються за глибокого і інтенсивного дихання.

Концентрація кисню також впливає на дихання. Зазвичай кисню в повітрі буває достатньо, тому його ефект на регуляцію дихання відносно невеликий. Однак, в умовах високогір'я, коли в атмосферному повітрі кількість кисню знижується, зменшується і насиченість крові киснем. Виникає стан гіпоксії, за якого посилюється аферентна імпульсація від хеморецепторів і це стимулює дихальний ритм і легеневу вентиляцію.

Частота і глибина дихання безпосередньо впливають на склад альвеолярного повітря, яке в свою чергу визначає вміст O_2 і CO_2 в артеріальній крові. Так, надлишок CO_2 у крові набагато більше, ніж нестача O_2 стимулює посилення імпульсації від хеморецепторів судин, що веде до більш глибокого та частого дихання. Також людина здатна регулювати частоту та глибину дихання довільно.

Час, впродовж якого людина може затримати дихання, долаючи бажання вдихнути, є індивідуальним. Затримка дихання не може бути занадто тривалою, оскільки у крові накопичується CO_2 . Коли його концентрація досягає надпорогового рівня, збуджується дихальний центр і дихання відновлюється мимовільно. Тривалість довільної затримки дихання у людини залежить від збудливості дихального центру. Тому тривалість довільної максимальної затримки дихання можна використати як функціональну пробу. У здорових людей час максимальної затримки дихання після спокійного вдиху становить 50-60 с, а після спокійного видиху 30-40 с. Ці показники змінюються під час форсованого дихання. Час затримки дихання подовжується після короткотривалої гіпервентиляції легень, оскільки під час гіпервентиляції легень CO_2 видаляється з крові, а час його накопичення до рівня, що збуджує дихальний центр, збільшується. Завдяки цьому феномену після гіпервентиляції легень можна затримати дихання на більший час.

Мета роботи: оцінити дихальну функцію учасника дослідження за допомогою функціональних показників і функціонального навантаження.

ХІД РОБОТИ

Завдання 1. Вимірювання частоти дихання.

1. У спокійному стані (учасник сидить або стоїть) покладіть руку на грудну клітку і порахуйте кількість циклів вдиху-видиху за 1 хвилину. Порівняйте отриманий результат з даними таблиці 1.

Частота дихальних циклів _____

2. Зробіть висновок про відповідність ваших показників віковій нормі.
-

Таблиця 1. Показники частоти дихання у різних вікових групах

Вікова група, роки	Частота дихання за 1 хвилину
2	31
3	28
4	26
5	24
6	26
7	23
8	22
9	21
1	20
12-13	19
14	18
Дорослі	16-18

Завдання 2. Оцініть функціональний стан системи дихання, використовуючи функціональні навантаження.

Тести із затримкою дихання використовуються для оцінки функціонального стану дихальної і серцево-судинної систем, а також для аналізу психологічної стійкості (вольової підготовленості) учасників тесту. Тривалість затримки дихання є індивідуальним показником; вона залежить від вольових здібностей людини (вольовий компонент затримки дихання) і економічності споживання кисню клітинами організму.

Вольовий компонент затримки дихання визначають за першим скороченням діафрагми (коливанням черевної стінки). Повторні затримки дихання є більш результативними, ніж перша.

Тривалість затримки дихання зменшується за різних станів: втоми, перенапруження, захворюванні органів дихання та кровообігу, анемії. Це обумовлено підвищенням збудливості дихального центру та зміною інтенсивності процесів обміну в тканинах.

Завдання 2.1. Визначення серцево-дихального резерву (проба Штанге – затримка дихання на вдиху)

1. У спокійному стані (положення стоячи) виміряйте частоту серцевих скорочень (ЧСС) за 10 секунд і помножьте результат на 6. Записуйте всі дані в таблицю.
2. В положенні сидячи зробіть три вдихи на $\frac{3}{4}$ глибини легень, а потім затримайте дихання на повному вдиху. Затисніть ніс пальцями. Користуючись секундоміром, виміряйте час максимальної затримки дихання (МЗД_{вд}).
3. Відразу після відновлення дихання виміряйте ЧСС за 10 секунд, результат помножьте на 6.
4. Впишіть отримані результати в таблицю.
5. Оцініть показник реакції серцево судинної системи (ПРссс) на затримку дихання за формулою:

$$ПРссс1 = \frac{ЧСС1 + ЧСС2}{МЗД_{вд}}$$

Якщо ПРссс1 > 1,2, це вказує на знижений серцево-дихальний резерв.

Фізіометричні показники	Ваші результати
ЧСС до затримки дихання (ЧСС1)	
МЗД _{вд}	
ЧСС після затримки дихання (ЧСС2)	
ПРссс 1	

6. Порівняйте власний МЗД_{вд} з даними таблиці 2.

Таблиця 2. Показники серцево-дихального резерву

Час максимальної затримки дихання	Серцево-дихальний резерв
≤ 50	добре
40 – 49	Задовільний
> 40	Незадовільний

Зробіть висновок про відповідність вашого **серцево-дихального резерву** нормі за показниками $ПР_{ссс}$ і $МЗД_{вд}$.

Завдання 2.2. Проба Генчі – затримка дихання на видиху.

1. У положенні стоячи за 30 секунд до тестування виміряйте частоту пульсу за 10 секунд. Помножте результат на 6.
2. В положенні сидячи зробіть три вдихи на $\frac{3}{4}$ глибини легень, а потім затримайте дихання на повному видиху. Затисніть ніс пальцями. Користуючись секундоміром, виміряйте час максимальної затримки дихання ($МЗД_{вд}$).
3. Після відновлення дихання знову виміряйте частоту пульсу за 10 секунд і помножте значення на 6. Запишіть дані в таблицю.

Фізіометричні показники	Ваші результати
ЧСС до затримки дихання ($ЧСС_1$)	
$МЗД_{вд}$	
ЧСС після затримки дихання ($ЧСС_2$)	
$ПР_{ссс2}$	

4. Порівняйте свій результат з нормативними значеннями, наведеними у таблиці 3.

Таблиця 3. Тривалість затримки дихання на видиху

Час максимальної затримки дихання	Серцево-дихальний резерв
> 40	добре
35 - 39	Задовільний
< 34	Незадовільний

5. Оцініть показник реакції серцево судинної системи ($ПР_{ссс\ вид}$) на затримку дихання за формулою:

$$ПР_{ссс2} = \frac{ЧСС_1 + ЧСС_2}{МЗД_{вд}}$$

6. Якщо $ПР_{ссс2} > 1,2$, це вказує на знижений серцево-дихальний резерв.
7. Порівняйте $МЗД$ отриману під час проб Штанге та Генчі. Поясніть, що є причиною різниці?

Завдання 2.3. Проба Серкіна (максимальне затримання дихання до та після виконання 20 присідань)

1. **I фаза.** У положенні сидячи затримайте дихання на вдиху і визначте тривалість затримки дихання, використовуючи секундомір.
2. **II фаза.** Виконайте 20 присідань протягом 30 с і одразу визначте тривалість затримки дихання на вдиху.
3. **III фаза.** Відпочиньте протягом 1 хвилини і знову визначте тривалість затримки дихання на вдиху.

4. Запишіть результати в таблицю.

Фаза			Оцінка
I	II	III	

5. Порівняйте свої показники з нормативними показниками проби Серкіна.

Таблиця 4. Нормативні значення проби Серкіна

I фаза	I фаза	I фаза	Оцінка функціонального стану організму
≥ 60 с	≥ 30 с	≥ 60 с	Здоровий, тренований
40 – 59 с	15 – 29 с	35 – 59 с	Здоровий, нетренований
20 – 39 с	≤ 14 с	≤ 34 с	Має приховану недостатність кровообігу

6. Зробіть висновок про відповідність функціонального стану серцево-дихальної активності нормативам. _____

Завдання 3. Визначення індексу гіпоксії

Індекс гіпоксії характеризує ступінь стійкості організму до дефіциту кисню. Після тривалої фізичної активності клітини відчувають нестачу кисню, який потрібен їм для повернення до початкового стану активності, нейтралізації продуктів окиснення, виведення метаболітів тощо. Коли кисень не надходить через легені, збільшується частота серцевих скорочень, аби з током крові постачити більше кисню тканинам. У тренованих людей ЧСС збільшується не так сильно, як у не тренованих, проте сила серцевих скорочень у них більша. Тож постачання крові до тканин є більш ефективним, що характеризує кращі функціональні можливості їхньої серцево-дихальної діяльності. У спортивній функціональній діагностиці він має важливе значення у процесі обстеження спортсменів, які виконують фізичні навантаження з великою кисневою заборгованістю (дистанційні спринти в циклічних видах спорту, деякі види спортивних ігор тощо).

1. Розрахуйте індекс гіпоксії (ІГ) за формулою:

$$ІГ = T_{\text{вид.}} / ЧСС,$$

де $T_{\text{вид.}}$ – час затримки дихання після видиху в секундах, ЧСС – частота серцевих скорочень після затримки дихання, уд/хв.

2. Порівняйте ваш результат з нормативними значеннями у таблиці 3.

Таблиця 3. Індекс гіпоксії у тренованих і нетренованих осіб

	Здорові нетреновані особи, у.о.	Треновані особи, у.о.
Чоловіки	0,409 - 0,586	0,609 – 0,786
Жінки	0,369 – 0,546	0,509 – 0,686

Зробіть висновок про відповідність функціонального стану серцево-дихальної активності нормативам. _____
