

ТЕМА 7. ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ В УМОВАХ ДІЇ РІЗНИХ ФАКТОРІВ

Мета: визначити особливості будови кровоносної системи вищих безхребетних і представників різних класів хребетних. Вивчити функціональну характеристику артерій, вен і капілярів різних видів тварин класу ссавці. З'ясувати наслідки впливу різних факторів на функціональний стан серцево-судинної системи.

ПИТАННЯ ДЛЯ ОБГОВОРЕННЯ

1. Еволюція кровоносної системи.
2. Кровоносна система вищих безхребетних.
3. Кровоносна система риб.
4. Кровоносна система амфібій.
5. Кровоносна система рептилій.
6. Кровоносна система птахів.
7. Кровоносна система ссавців.
8. Адаптація до м'язової діяльності.

Матеріали та обладнання: секундомір, сфігмоманометр (тонометр), фонендоскоп.

Об'єкт дослідження: людина.

Хід проведення

Завдання 1. Вимірювання артеріального тиску крові у людини.

З метою вимірювання кров'яного тиску у людини використовується сфігмоманометр (тонометр). Основними частинами його є порожниста гумова манжета, нагнітальна гумова груша та ртутний (або пружинний) манометр. Усі частки приладу з'єднані герметично. Додається фонендоскоп.

Обстежуваного посадити боком до столу, руку він вільно кладе на стіл долонею вгору. На оголене плече щільно (однак, щоб не стискувала тканини) накласти манжетку сфігмоманометра. На гумовій груші закрити гвинтовий клапан. Біля ліктьової ямки відшукати пульсуючу плечову артерію, над нею встановити фонендоскоп. Грушею в манжетку нагнати повітря до зникнення пульсу, потім, за допомогою гвинтового клапана, повітря повільно випускати. У певний момент виникає чіткий звук (так званий тон Короткова, або судинний тон), який добре чути через фонендоскоп. Тиск у манжетці в цей момент відповідає величині систолічного (максимального) тиску. У міру випускання повітря з манжетки звук спочатку підсилюється, потім зменшується і зникає. Момент зникнення тону відповідає величині діастолічного (мінімального) тиску. Вимірювання тиску не слід робити довше однієї хвилини, тому що

тривале стиснення судин призводить до збільшення об'єму дистальної частини кінцівки та кровообіг у ній порушується.

При вимірюванні тиску крові визначають такі величини:

1. Максимальний (систоличний) тиск – це величина артеріального тиску крові на висоті систоли шлуночків.

2. Мінімальний (діастолічний) тиск – рівень тиску під час діастоли.

3. Пульсовий тиск – визначається за різницею між систолічним і діастолічним тиском.

4. Середній тиск – для визначення його підсумовується величина діастолічного тиску і $1/2$ (для центральних артерій) або $1/3$ (для периферичних артерій) пульсового тиску.

Нормальними величинами артеріального тиску крові для осіб молодого віку вважають 110-120 мм рт. ст. (14,6-15,9 кПа) – максимальний і 70-80 мм рт. ст. (9,3-10,6 кПа) – мінімальний тиск. З віком тиск крові дещо зростає. Належні величини тиску для різних вікових груп можна визначити за формулами Волинського:

Систоличний тиск = 102 мм рт. ст. + (0,6 × вік).

Діастолічний тиск = 63 мм рт. ст. + (0,4 × вік).

Нижню межу «норми» систолічного тиску можна визначити за формулою:

для чоловіків – 65 мм рт. ст. + вік;

для жінок – 55 мм рт. ст. + вік.

Оформити протокол. Записати величини максимального і мінімального тиску, обчислити пульсовий і середній тиск. Зіставити вимірний максимальний і мінімальний тиск з показниками тиску, обчисленими за формулами Волинського. Зробити висновки щодо наявності або відсутності відмінностей.

Завдання 2. Дослідження властивостей пульсу.

У обстежуваного пальпувати пульс на променевій артерії, охопивши кисть з тильного боку. Пульсові коливання характеризуються частотою, амплітудою, напругою, ритмом, швидкістю.

1. Частота пульсу характеризує частоту серцевих скорочень. Рідкий пульс (менше 60 уд/хв.) відповідає брадикардії, частий (більш 90 уд/хв.) – тахікардії. Підвищення температури тіла на 1 °С супроводжується прискоренням пульсу на 8 ударів у 1 хвилину.

2. Ритм пульсу (пульс ритмічний, аритмічний) дає уявлення про водії ритму серця. У нормі частіше виявляється «дихальна аритмія»: при вдиху частота пульсу підвищується, а при видиху зменшується. Інші види аритмій (екстрасистолія, миготлива аритмія) точніше визначаються за допомогою ЕКГ.

3. Швидкість пульсу відображає швидкість, з якою відбувається підвищення тиску в артерії під час підйому пульсової хвилі та зниження під час спаду. Розрізняють пульс нормальної (середньої) швидкості, швидкий і

повільний пульс. Останніх обидва види пульсу спостерігаються при патології аортальних клапанів і аорти.

4. Амплітуда пульсу – це амплітуда коливань стінки судини, яка залежить від систолічного об'єму серця, а також від еластичності судин: чим вони більш еластичні, тим менша амплітуда пульсу. За амплітудою (висотою) розрізняють пульс нормальної (середньої) амплітудою, високий і низький пульс.

5. Напряга пульсу визначається тим опором стінки артерії, яка протидіє натиску пальця. Розрізняють пульс нормальної (середньої) напруги, твердий і м'який пульс. При високому артеріальному тиску пульс стає твердим, «дротяний».

У клінічній практиці оцінюють також симетричність пульсу на обох руках (ногах).

Результатами дослідження властивостей пульсу вписати в протокол, порівняти з нормою та зробити висновок.

Завдання 3. Визначення типу гемодинаміки та питомий периферичний судинний опір в стані спокою та після фізичного навантаження.

Для визначення типу гемодинаміки та питомого периферичного судинного опору важливе значення має вимірювання параметрів центральної гемодинаміки. Найважливіший параметр центральної гемодинаміки – УО – ударний об'єм серця. УО в спокої дорівнює в середньому 60-75 мл. Похідним від УО є ХОК – хвилинний об'єм кровотоку. У нормі дорівнює в середньому 3,5-5 л/хв. Відхилення не перевищують $\pm 10\%$ від належної величини хвилинного об'єму кровообігу (НХОК).

$$\text{ХОК} = \text{СО} \times \text{ЧП}, \text{ де СО – систолічний об'єм, ЧП – частота пульсу} \quad (1).$$

СО визначається за формулою Старра:

$$\text{СО} = 100 + 0,5 \text{ ПТ} - 0,6 \text{ ДТ} - 0,6 \text{ В}, \quad (2)$$

де ПТ – пульсовий тиск – різниця між систолічним і діастолічним тиском (мм. рт. ст.); ДТ – діастолічний тиск (мм. рт. ст); В – вік (у роках).

Для кожної людини існує належний хвилинний об'єм кровотоку (НХОК), який можна розрахувати, знаючи масу тіла, ріст і стать. На практиці частіше користуються не НХОК, а СІ – серцевим індексом, який можна легко розрахувати за формулою 3:

$$\text{СІ} = \text{ХОК} / \text{S}, \quad (3)$$

де ХОК – хвилинний об'єм кровотоку, S – площа поверхні тіла, яка визначається за формулою 4:

$$\text{S} = \text{корінь} ((\text{W} \times \text{H}) / 3600) (\text{м}^2), \quad (4)$$

де W – маса тіла в кг, H – ріст у см.

Серцевий індекс в умовах основного обміну у здорової людини в середньому дорівнює $2,5-4,0$ л / (хв \times м²).

Ще один найважливіший параметр, необхідний для оцінки механізмів підтримання АТ – периферичний судинний опір. ЗПСО – загальний периферичний судинний опір (дин \times сек \times см) характеризує сумарний судинний опір, що створюється резистивним судинами, в основному артеріолами, і тому слугує для вивчення артеріального тонуусу, його змін при різних патологічних і фізіологічних станах. У нормі ЗПСО становить від 900 до 2500 дин \times сек \times см.

ЗПСО розраховується за формулою 5:

$$\text{ЗПСО} = (\text{АТ}_{\text{СР}} \times 79,92) / \text{ХОК}, \quad (5)$$

де 79,92 – фактор перекладу міліметрів ртутного стовпа в дині на см²,
 $\text{АТ}_{\text{СР}}$ – середній АТ, який розраховується за формулою Хікмана:

$$\text{АТ}_{\text{СР}} = \text{ДТ} + (\text{СТ} - \text{ДТ}) / 3, \quad (6)$$

де СТ – систолічний АТ.

Більш правильно з точки зору сумісності результатів вимірювання у людей різних росто-вагових параметрів є використання показника ППОС – питомий периферичний опір судин. У нормі ППОС коливається в межах 35-45 ум. од. Розраховується за формулою:

Розраховується за формулою 7:

$$\text{ППОС} = \text{АТ}_{\text{СР}} / \text{СІ}, \quad (7)$$

де $\text{АТ}_{\text{СР}}$ – середній артеріальний тиск в мм. рт. ст., СІ – серцевий індекс у л / (хв \times м²).

Залежно від значення СІ і ПСС розрізняють типові порушення гемодинаміки при артеріальній гіпертензії (АГ).

Таблиця 1 – Типи гемодинаміки при гіпертонічній хворобі (Л. І. Левіної, О. М. Куликова, 2007р.)

Тип гемодинаміки	Серцевий індекс	
	Чоловіки	Жінки
Гіпокінетичний	3,0 та менше	2,5 та менше
Еукінетичний	3,1–3,9	2,6–3,5
Гиперкінетичний	4,0 та більше	3,6 та більше

Фактично типи порушень гемодинаміки при АГ дозволяють лікарю зорієнтуватися у внеску серцевого (УО, ХОК, СІ) та судинного компоненту (ОПСО, ППСО) в механізми підвищення АТ при АГ. З цією метою використовують і кількісні значення зміни серцевого індексу.

На ранніх стадіях розвитку АГ і з метою виявлення дизрегуляції серцево-судинної системи може бути використана оцінка реакції АТ на фізичне навантаження. Виділяють три типи реакцій АТ на фізичне навантаження:

Нормокінетичний – підвищення артеріального тиску адекватно фізичному навантаженні, ЗПСО знижується, пульсовий АТ збільшується, АТ підвищується за рахунок систолічного, в той час як діастолічний АТ знижується. Підвищення систолічного АТ завжди пропорційно даному виду фізичного навантаження і має свої межі (не вище 160 мм. рт. ст при навантаженні з розрахунку 1 Вт на кг маси тіла).

Гіперкінетичний – неадекватне підвищення артеріального тиску при фізичному навантаженні при нормальному або зниженому ЗПСО, пульсовий АТ зростає. АТ зростає за рахунок систолічного, яке завжди збільшується непропорційно даному фізичному навантаженні та його межі вище норми. Діастолічний АТ може не змінюватися або підвищується незначно.

Гіпокінетичний – підвищення АТ неадекватно фізичному навантаженні. При цьому УО знижений, ЗПСО підвищений, пульсовий АТ зменшений. Підвищення АТ відбувається за рахунок вираженого зростання діастолічного АТ.

Виміряти вагу, ріст, АТ і ЧП у стані спокою та після фізичного навантаження (20 присідань за 30 секунд). Визначити тип гемодинаміки, ЗПСО і ППСО.

Оформити протокол, зробити висновки.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Поясніть механізм впливу температурних подразників на серцеві скорочення.
2. Як виміряти кров'яний тиск за способом Короткова?
3. Надайте клініко-фізіологічну характеристику артеріальному пульсу.
4. За якими показниками оцінюється стан серцево-судинної системи людини? Яким чином вони розраховуються?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Белан С. М., Карвацький І. М., Шевчук В. Г. Фізіологія : навч. посіб. Київ : Книга плюс, 2021. 172 с.
2. Гончаренко М. С., Бойчук Ю. Д. Екологія людини : підручник. Суми : Університетська книга. 2023. 400 с.
3. Екологічна фізіологія людини : навч. посіб. для студентів спеціальності 091 Біологія, освітньо-професійних програм Біологія, Лабораторна

- діагностика / укладачі : Т. Ф. Поручинська, І. Ф. Пасичнюк, А. І. Поручинський. Луцьк : ВНУ імені Лесі Українки, 2021. 272 с.
4. Медична фізіологія за Гайтоном і Голлом [Текст = Guyton and Hall. Textbook of Medical Physiology : підруч.: пер. з англ. 14-го вид. : у 2 т. / Дж. Е. Голл, М. Е. Голл ; наук. ред. пер.: К. Тарасова, І. Міщенко. Київ : ВСВ Медицина, 2022. Т. 1. 634 с.
 5. Пашко К. О., Кашуба М. О., Лотоцька О. В. Гігієна та екологія : підручник. Терновіль : Укрмедкнига, 2022. 528 с.
 6. Фізіологія : підруч. для студ. вищ. мед. навч. закл. IV рівня акредитації / за ред. В. Г. Шевчука; рец.: Г. І. Ходоровський, І. С. Магура, О. О. Мойбенко; МОЗ України. 5-те вид. Вінниця : Нова книга, 2021. 448 с.
 7. Фізіологія тварин / [Мазуркевич А. Й., Карповський В. І., Камбург М. Д., Федорук І. С.]. Вінниця : Нова книга, 2012. 424 с.