

Лабораторна робота №1

Тема: Дослідження фізіологічних властивостей серцевого м'яза та кровоносних судин і впливу на них регуляторних систем

Мета: З'ясувати роль різних структур провідної системи серця у реалізації його здатності до автоматії. Вивчити особливості нейрогуморальної регуляції діяльності серцево-судинної системи. Розрахувати належні та фактичні величини показників кровообігу. Визначити тип гемодинаміки, загальний і питомий периферичний судинний опір.

ПИТАННЯ ДЛЯ ОБГОВОРЕННЯ

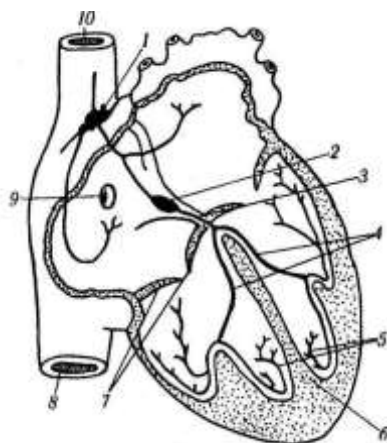
1. Фізіологічні властивості серцевого м'яза.
2. Регуляція серцевої діяльності.
3. Фізіологічні властивості кровоносних судин.
4. Регуляція кровообігу.

Матеріали та обладнання: препарувальний набір, дощечка, шпильки, важілець Енгельмана (серфін), секундомір, пінцет або шпатель, лігатури, сфігмоманометр (тонометр), фонендоскоп.

Об'єкти дослідження: людина, жаба.

Завдання 1. Вивчення системи автоматії серця.

Однією з основних властивостей серця є автоматія – здатність ритмічно скорочуватись без будь-яких зовнішніх подразників. Автоматія притаманна не самому серцевому м'язу, тобто робочим кардіоміоцитам, а окремим клітинам м'язового походження, що утворюють провідну систему серця. Склад провідної системи серця представлений на рис. 1.



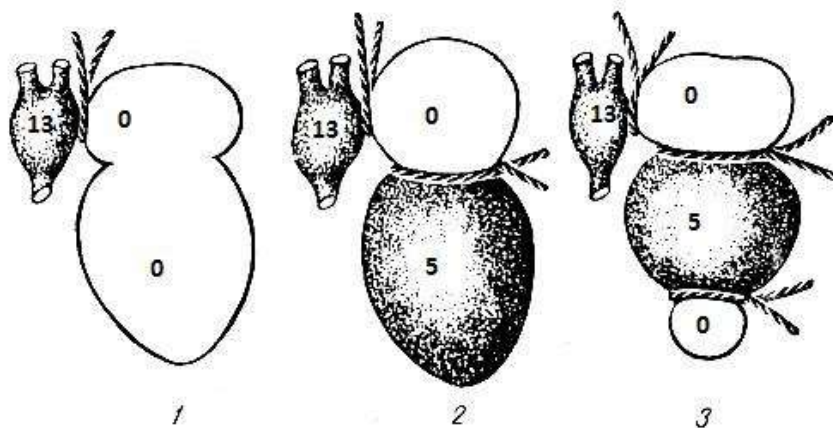
- 1 – синусно-передсердний вузол; 2 – передсердно-шлуночковий вузол;
3 – пучок Гіса; 4 – ніжки пучка Гіса; 5 – волокна Пуркіньє;
6 – міжшлуночкова перегородка; 7 – правий передсердно-шлуночковий клапан;

8 – нижня порожниста вена; 9 – отвір венозного синусу; 10 – верхня порожниста вена.

Рисунок 1. Провідна система серця.

Деякі елементи провідної системи серця є пейсмекерами (водіями ритму), деякі здійснюють лише провідникову функцію. Роль різних складових частин провідної системи серця яскраво демонструє дослід, вперше здійснений Г. Ф. Станіусом на серці жаби та носить назву лігатури Станіуса.

У жаби, знерухомленої шляхом руйнування спинного та головного мозку, здійснити розтин грудної клітки та видалити перикард. Під час дослідів накладати три лігатури (нитки), що перетягують певні ділянки серця. Перед накладанням лігатур венозний синус, передсердя та шлуночок скорочуються з однаковою частотою (біля 50 ударів на хвилину). Першу лігатуру накладати на межі венозного синусу та передсердя жаби, відділяючи синусно-передсердний вузол, другу – на межі між передсерддями та шлуночком, подразнюючи передсердно-шлуночковий вузол, а третю – на верхівці серця, відокремлюючи її. Результати дослідів наведені на рис. 2.



1 – накладання першої лігатури; 2 – накладання другої лігатури; 3 – накладання третьої лігатури. Темним кольором позначені ділянки серця, що скорочуються, білим – ті, в яких скорочення не спостерігається. Числа позначають кількість ударів у даній ділянці за 15 секунд.

Рисунок 2. Результати дослідів Станіуса.

Оформити протокол дослідів. Зарисувати анатомічну схему серця, на якій позначити місця накладання лігатур за Станіусом. Визначити частоту скорочень області венозного синусу, передсердь і шлуночка до і після накладання лігатур. Описати результати спостережень за верхівкою серця після того, як її відсікли та піддали механічному подразненню.

Завдання 2. Дослідження вісцеро-кардіального рефлексу (дослід Гольця).

Рефлекторне уповільнення діяльності серця і навіть його зупинка має місце при сильному подразненні органів черевної порожнини. Доцентрові шляхи цього рефлексу йдуть від шлунка й кишок по черевному нерву в спинний мозок і досягають ядер блукаючого нерва в довгастому мозку. Звідси починаються відцентрові шляхи, створені гілками блукаючого нерва, що йдуть до серця.

У жаби видалити частину головного мозку – відсікти голову позаду очей; зафіксувати жабу черевцем догори на препарувальному столику. Оголити серце, підрахувати кількість серцевих скорочень. Потім шпателем або пінцетом нанести два-три удари по черевній стінці і знову підрахувати кількість скорочень серця. Серце скорочуватиметься повільніше або зупиниться. Дослід треба повторити декілька разів.

Оформити протокол досліду. Зазначити частоту серцевих скорочень до та після подразнення органів черевної порожнини (за результатами кількох дослідів). Нарисувати у зошиті схему рефлекторної дуги рефлексу.

Завдання 3. Око-серцевий рефлекс Даніні-Ашнера.

У обстежуваного пальпаторно підрахувати пульс за 10 с. Потім досліднику необхідно легко натиснути великим і вказівним пальцями протягом 20-30 с на бічні поверхні очних яблук. Після натискання частоту пульсу виміряти вдруге.

Нормативним вважається сповільнення пульсу на 4-12 уд/хв. Прискорення пульсу або його незмінність свідчить про порушення рефлексу (підвищення тонусу симпатичної нервової системи). Дослідження рефлексу проводити з великою обережністю у зв'язку з тим, що можуть виникати порушення серцевої діяльності. При аналізі отриманих результатів врахувати рівень фізичної натренованості студентів. Для цього їх поділити на дві групи: перша – ті, що мають пульс у спокої менше 60 уд/хв, друга – більше 70 уд/хв. Оформити протокол, зробити висновки.

Завдання 4. Дослідження властивостей пульсу.

У обстежуваного пальпують 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 швидкий і повільний пульс. 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 високий і низький пульс.

5. Напряга пульсу визначається тим опором стінки артерії, яка протидіє натиску пальця. Розрізняють 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 вписують у протокол, порівнюють з нормою та роблять висновок.

Завдання 5. 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 і ртутний (або пружинний) манометр. Усі частки приладу з'єднані герметично. Додається фонендоскоп.

Обстежуваний сідає боком до столу, руку вільно кладе на стіл долонею вгору. На оголене плече щільно (однак, щоб не стискувала тканини) накладають манжетку сфігмоманометра. На гумовій груші закривають гвинтовий клапан. Біля ліктьової ямки відшукують пульсуючу плечову артерію, над нею встановлюють фонендоскоп. Грушею в манжетку нагнітають повітря до зникнення пульсу, потім, за допомогою гвинтового клапана, повітря повільно випускають. 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 і кровообіг у ній порушується.

При вимірюванні тиску крові визначають такі величини:

1. Максимальний (систолічний) 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:

Систолічний 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 виміряний максимальний і мінімальний тиск з показниками тиску, обчисленими за формулами Волинського. Зробити висновки щодо наявності або відсутності відмінностей.

Завдання 6. 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 ± 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:

$$CI = XOK / S, \quad (3)$$

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

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

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 × м²).

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

ЗПСО розраховується за формулою 5:

$$\text{ЗПСО} = (AT_{\text{CP}} \times 79,92) / XOK, \quad (5)$$

де 79,92 – фактор перекладу міліметрів ртутного стовпа в дині на см², AT_{CP} – середній АТ, який розраховується за формулою Хікмана:

$$AT_{\text{CP}} = DT + (CT - DT) / 3, \quad (6)$$

де CT – 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 7:

$$\text{ППОС} = AT_{\text{CP}} / CI, \quad (7)$$

де AT_{CP} – середній артеріальний тиск в мм. рт. ст., CI – серцевий індекс у л / (хв × м²).

Залежно від значення CI і ППОС розрізняють типові порушення гемодинаміки при артеріальній гіпертензії (АГ).

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

Тип гемодинаміки	Серцевий індекс	
	Чоловіки	Жінки
Гіпокінетичний	3,0 та менше	2,5 та менше
Еукінетичний	3,1–3,9	2,6–3,5
Гіперкінетичний	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.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Поясніть механізми регуляції функції серця та кровоносних судин.
2. Чому при сильному подразненні органів черевної порожнини жаби спостерігається уповільнення або навіть зупинка скорочень серця?
3. Яка роль різних складових частин провідної системи серця?

4. Охарактеризуйте методи дослідження пульсу людини.
5. Який впливає фізичне навантаження на загальний і питомий периферичний судинний опір?
6. Вкажіть особливості гемо- та кардіодинаміки при гіпертонії та гіпотонії.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Атлас физиологии человека. Схемы. Таблицы. Рисунки : навч. посіб. під ред. Малоштан Л. Н. Харків : «Бурун и К», 2014. 416 с.
2. Белан, С. М., Карвацький І. М., Шевчук В. Г. Фізіологія : навч. посіб. Київ : Книга плюс, 2021. 172 с.
3. Ганонг В. Ф. Фізіологія людини / пер. з англ. ; наук. ред.: М. Гжегоцький, В. Шевчук, О. Заячківська. Львів : БаК, 2002. 784 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. Т. 1 / Дж. Е. Голл, М. Е. Голл; наук. ред. пер.: К. Тарасова, І. Міщенко. Київ : ВСВ Медицина, 2022. 634 с.
5. Лук'янцева Г. В. Фізіологія людини : підручник. Київ: Олимпийская література, 2018. 364 с.
6. Фізіологія : навч. посіб. до практич. занять і самост. роботи студентів. Ч. 2 / О. О. Виноградова [та ін.]; за ред. І. М. Карвацького ; рец.: В. М. Мороз, М. Ю. Макаруч. Київ : Книга плюс, 2021. 404 с.
7. Фізіологія : підруч. для студ. вищ. мед. навч. закл. IV рівня акредитації / В. Г. Шевчук [та ін.] ; 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.
8. Філімонов В.І. Фізіологія людини : підручник. 4-е видання. Київ : Медицина, 2021. 488 с.