

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА
БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Гладкій Т. В., Майкова Г. В., Кириленко Н. А.,
Еберле Л. В., Макаренко О. А.

Фізіологія людини
Частина 2. Лабораторні роботи та завдання для перевірки
знань
Змістові модулі 4-5. Кров. Кровообіг

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
для студентів вищих навчальних закладів
до лабораторних занять



ОДЕСА
ОНУ
2021

УДК 612.01

Рекомендовано вченою радою
біологічного факультету ОНУ імені І. І. Мечникова.
Протокол № 6 від 09.02 2021 р.

Рецензенти:

Т. В. Гудзенко - кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри мікробіології, вірусології і біотехнології Одеського національного університету імені І. І. Мечникова;

С. С. Чернадчук – кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри біохімії Одеського національного університету імені І. І. Мечникова

Гладкій Т. В.

Фізіологія людини. Ч. 2. Лабораторні роботи та завдання для перевірки знань. Змістові модулі 4-5 : метод. рекомендації для студентів вищих навчальних закладів до лабораторних занять / Т. В. Гладкій, Г. В. Майкова, Н. А. Кириленко, Л. В. Еберле, О. А. Макаренко. – Одеса: Одес нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 94 с.

Методичні рекомендації розроблені відповідно до вимог навчальної програми з дисципліни «Фізіологія людини», «Нормальна фізіологія» для здобувачів першого рівня вищої освіти за спеціальністю 091 «Біологія» і другого рівня вищої освіти за спеціальністю 226 «Фармація. Промислова фармація». Мета методичних рекомендацій – допомогти студентам засвоїти теоретичні розділи курсу зі змістових модулів: Фізіологія крові. Фізіологія серця і кровообігу.

Методичні рекомендації містять опис та методику проведення лабораторних робіт, перелік питань для підготовки і обговорення на заняттях, завдання для самостійного опрацювання окремих питань, перелік допоміжної літератури. Послідовність лабораторних занять відповідає навчальній програмі.

УДК 612.01

СКОРОЧЕННЯ ТА АБРЕВІАТУРИ

АРП	– абсолютний рефрактерний період
АТ _д	– артеріальний тиск діастолічний
АТ _с	– артеріальний тиск систолічний
АХ	– ацетилхолін
ВРП	– відносний рефрактерний період
ЕКГ	– електрокардіограма
ІГСТ	– індекс Гарвардського степ-тесту
КРД	– критичний рівень деполяризації
КП	– кольоровий показник
ЛП	– латентний період
НА	– норадреналін
ПТ	– пульсовий тиск
САТ	– середній артеріальний тиск
ЧСС	– частота серцевих скорочень
ШОЕ	– швидкість осідання еритроцитів
Er	– еритроцити
Hb	– гемоглобін
L	– лейкоцити

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	6
Змістовий модуль 4. СИСТЕМА КРОВІ	7
Заняття 8. Система крові. Фізико-хімічні властивості крові. Дослідження кількості еритроцитів крові і гемоглобіну.....	8
Перелік питань для підготовки до заняття	8
Робота 1. Методика визначення об'ємного співвідношення формених елементів і плазми (гематокриту).....	9
Робота 2. Визначення осмотичної резистентності (стійкості) еритроцитів.....	11
Робота 3. Визначення швидкості осідання еритроцитів (ШОЕ) за Т. П. Панченковим.....	13
Робота 4. Методика підрахунку еритроцитів крові в лічильній камері Горяєва	17
Робота 5. Визначення кількості гемоглобіну колориметричним методом за А. Салі	20
Робота 6. Визначення кольорового показника.....	23
Тестові завдання для самоконтролю рівня знань.....	23
Ситуаційні завдання	25
Відповіді до ситуаційних завдань.....	26
Заняття 9. Захисні функції крові. Антигенні властивості крові. Групи крові. Фізіологічні основи переливання крові та кровозамінників.....	27
Перелік питань для підготовки до заняття.....	27
Робота 1. Методика підрахунку лейкоцитів в крові в лічильній камері Горяєва	28
Робота 2. Методика підрахунку лейкоцитарної формули в мазку крові.....	30
Робота 3. Визначення груп крові за системою АВ0.....	35
Робота 4. Визначення резус-фактору крові людини експрес-методом.....	39
Робота 5. Система гемостазу. Система зсідання і антикоагулянтні механізми. Показники гемостазу.....	41
Питання для самоперевірки рівня знань	42
Тестові завдання для самоконтролю рівня знань.....	44
Ситуаційні завдання.....	46
Відповіді до ситуаційних завдань.....	47
	49

Змістовий модуль 5. СИСТЕМА КРОВООБІГУ

Заняття 10. Дослідження фізіологічних властивостей серця та механізмів регуляції серцевої діяльності.....

52

Перелік питань для підготовки до заняття..... 53

Робота 1. Зміна збудливості серцевого м'яза в різні фази цикла серця. Екстрасистола (віртуальна лабораторна робота)..... 53

Робота 2. Нейро-гуморальна регуляція серцевої діяльності..... 55

Робота 3. Вплив подразнення вагосимпатичного нерва на діяльність серця жаби..... 56

Робота 4. Дослідження провідної системи серця жаби..... 57

Робота 5. Реєстрація та аналіз електрокардіограми..... 60

Тестові завдання для самоконтролю рівня знань..... 65

Ситуаційні завдання..... 68

Відповіді до ситуаційних завдань..... 69

Заняття 11. Фізіологічні основи гемодинаміки. Дослідження артеріального тиску. Регуляція кровообігу.....

71

Перелік питань для підготовки до заняття..... 71

Робота 1. Вимірювання артеріального кров'яного тиску у людини за методами Рива-Рочі і Короткова..... 73

Робота 2. Виявлення законів руху крові по венозних судинах. Дослід Гарвея..... 79

Робота 3. Вивчення руху крові по кровоносних судинах. Капіляроскопія у людини..... 81

Робота 4. Визначення фізичної працездатності за змінами у системі кровообігу (степ-тест)..... 85

Питання для самоперевірки рівня знань..... 87

Тестові завдання для самоконтролю рівня знань..... 89

Ситуаційні завдання..... 91

Відповіді до ситуаційних завдань..... 92

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ..... 93

ІНТЕРНЕТ РЕСУРСИ..... 94

ПЕРЕДМОВА

Першочергова задача лабораторних занять з фізіології полягає в наочній ілюстрації основних положень теоретичного курсу шляхом безпосереднього спостереження фізіологічних процесів. З'ясування механізмів діяльності органів і тканин можливо тільки при глибокому знанні особливостей методів і методик фізіологічного експерименту. Для цього необхідно познайомити здобувачів з багатьма методами дослідження, особливо з тими, які застосовуються в клінічній практиці.

Разом з тим лабораторні роботи повинні бути доступними для виконання здобувачами. При розробці переліку лабораторних робіт передбачали можливість проведення робіт з використанням стандартного устаткування, що є в розпорядженні більшості кафедр фізіології університетів.

Значна частка робіт розрахована на самостійне виконання їх студентами. Деякі досліди на тваринах, які вимагають використання складної апаратури, представлені у вигляді віртуальних лабораторних робіт або посиланнями на електронні ресурси відеофільмів, що знаходяться у вільному доступі в інтернеті, які ознайомлюють студента з технікою виконання фізіологічних досліджень і отриманими результатами.

Обов'язковою умовою успішного оволодіння основами фізіології є систематична самостійна робота студентів над курсом протягом року. Для полегшення і систематизації підготовки студентів до занять розроблені питання, які студенти повинні розглянути до початку роботи.

Для закріплення матеріалу після кожної роботи наводяться тестові питання, а також різні ситуаційні завдання, вирішення яких допоможе студенту побачити можливість застосування своїх знань у практичній діяльності.

Виконані роботи оформляються студентами у вигляді протоколів дослідів, з акцентуванням уваги на заповнення таблиць, формулювання висновків, аналізі та обговоренні отриманих матеріалів.

У Частині 2 «Методичних рекомендацій» представлені 11 лабораторних робіт з модулю «Кров» та 9 лабораторних робіт з модулю «Кровообіг».

Методичні рекомендації розроблені для студентів спеціальностей біологічного і медичного спрямувань.

ФІЗІОЛОГІЯ ВІСЦЕРАЛЬНИХ СИСТЕМ

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. СИСТЕМА КРОВІ

Кров характеризується рядом властивостей і показників, визначення та вимірювання яких необхідні в клініці для діагностики різних захворювань. Виконання робіт по вивченню фізіології крові включає деякі загальні правила і прийоми, з якими необхідно попередньо ознайомитися.

Дослідження показників крові необхідно проводити в стандартних умовах, виключивши значне фізичне та емоційне навантаження.

Аналіз показників периферичної крові проводять, зазвичай, в певний час, найчастіше вранці, натщесерце або після легкого сніданку, так як склад крові може змінюватися відповідно до біологічних цілодобових ритмів. Прийом великої кількості їжі також може надати вплив на кількісні показники крові.

Необхідно пам'ятати про можливість занесення інфекції при взятті крові, про можливість перенесення захворювання від однієї людини іншій, про перенесення збудників від тварин до дослідника. Тому інструменти, які застосовуються для забору крові, повинні бути призначені для дослідження тільки одного організму.

Забір крові здійснювати в одноразових гумових рукавичках.

Використані матеріали підлягають утилізації.

Для отримання невеликих кількостей крові у людини необхідно зробити прокол шкіри. Руку пацієнта (ліву у правши) розміщують на столі та фіксують у положенні долонею вгору. Шкіру подушечки третьої (нігтьової) фаланги IV пальця протирають бавовняним тампоном, змоченим дезінфікуючим розчином. Палець після обробки повинен обсохнути, інакше крапля крові, що виступила після уколу, розтікатиметься по шкірі й набиратиметься в капіляр з бульбашками повітря. Одноразовим скарифікатором виконують прокол завглибшки 2–3 мм у такому місці подушечки, аби було зручно маніпулювати краплею.

Кров повинна виступати на поверхню вільно, без натискання. Натискання призводить до змішування крові з тканинною рідиною і лімфою, через що результати аналізу виявляються недостовірними. Першу краплю крові, що виступила, знімають бавовняним тампоном, оскільки вона містить випадкові домішки і лімфу. Для дослідження

беруть другу або третю краплю. Після забору крові місце проколу на пальці змащують спиртом і затискають ватним тампоном.

Можливе отримання крові і з ліктьової вени шприцом. Однак при цьому необхідно отримані результати досліджень порівнювати з нормами показників, які отримані тим же самим засобом.

У тварин невелику кількість крові для дослідження можна взяти з надрізу вуха (у собаки), хвоста (у щура). У кроля можна взяти кров з вушної вени, що проходить по тонкому краю вуха.

Заняття 8. СИСТЕМА КРОВІ. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КРОВІ. ДОСЛІДЖЕННЯ КІЛЬКОСТІ ЕРИТРОЦИТІВ КРОВІ І ГЕМОГЛОБІНУ

Ціль заняття: Вивчити основні фізико-хімічні властивості і функції крові, константи плазми, механізми регуляції осмотичного тиску і кислотно-лужної рівноваги. Вивчити фізіологічну роль еритроцитів.

Опанувати практичні навички: визначення кількості еритроцитів і лейкоцитів в крові, осмотичної резистентності еритроцитів, швидкості осідання еритроцитів, визначення вмісту гемоглобіну і кольорового показника в крові. Вміти трактувати отримані результати досліджень.

Мати знання про: морфологію формених елементів крові; розвиток формених елементів крові; плазму крові як елемент тканини.

Питання для підготовки до заняття

1. Функції крові.
2. Склад крові та об'єм циркулюючої крові. Гематокрітна величина, метод визначення.
3. Склад плазми крові, фізіологічна роль її компонентів.
4. Фізико-хімічні властивості крові.
5. Активна реакція крові та її регуляція.
6. Осмотичний тиск та його регуляція. Онкотичний тиск та його значення.
7. Опишіть особливості будови еритроцитів. Назвіть функції еритроцитів.
8. Поняття гемолізу, його види.
9. Швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ), чинники, що її визначають.

10. Поясніть будову гемоглобіну і вкажіть його функції.
11. Зазначте сполуки гемоглобіну з O_2 , CO_2 , токсичними речовинами, поясніть їх роль.
12. Кольоровий показник і його фізіологічне значення. Абсолютний вміст гемоглобіну в еритроцитах.
13. Еритропоез та його регуляція.
14. Правила і техніка взяття крові.
15. Що таке плазма, сироватка крові, яка кров називається стабілізованою? Способи її отримання.
16. Що таке показник гематокриту і як він визначається?
17. Що таке ШОЕ, як вона визначається і про який стан організму свідчить? Які показники ШОЕ у чоловіків та жінок?
18. Що таке “гемоліз”, “плазмоліз” і коли вони виникають? Види гемолізу?
19. Зазначте, чим характеризуються ізотонічні, гіпотонічні і гіпертонічні розчини. Як вони впливають на організм, як і коли їх використовують?
20. Поясніть, яка реакція крові і яке значення має сталість реакції крові. Чи однакова рН артеріальної і венозної крові?
21. Охарактеризуйте буферні системи крові. Яку роль вони відіграють?
22. Зазначте, що таке лужний резерв крові, яке його біологічне значення. В яких випадках він знижується? Що таке “метаболічний ацидоз”?

Робота 1. Методика визначення об'ємного співвідношення формених елементів і плазми (гематокриту)

Обладнання та матеріали: скарифікатори, бавовняні кульки, спирт, 5%-й розчин цитрату натрію (або гепарин), центрифуга, скляні градуйовані капіляри.

Об'єкт дослідження: кров щура.

Гематокрит (гематокритне співвідношення) – співвідношення об'єму еритроцитів до загального об'єму крові, зрідка під цим показником мається на увазі співвідношення обсягу всіх формених елементів до загального об'єму. Цей показник виражається у відсотках. Наприклад, гематокрит 45 % означає, що в 100 мілілітрах

крові міститься 45 мілілітрів еритроцитів. Підвищення гематокриту відбувається, якщо збільшується кількість еритроцитів або зменшується обсяг рідкої частини крові, що буває при надмірній втраті рідини організмом (наприклад, при діарейі). Зниження даного показника спостерігається, навпаки, при зменшенні кількості еритроцитів (руйнуванні або зменшенні їх утворення) або при гіпергідратації – коли людина отримує занадто багато рідини (при надлишковому введенні внутрішньовенних розчинів).

Гематокрит відображає не тільки кількість еритроцитів, але і їх розмір. Наприклад, при залізодефіцитній анемії розмір еритроцитів зменшується і гематокрит також знижується.

Хід роботи

1. Гострими ножицями відсікти у щура, який знаходиться у камері, кінчик хвоста (2 мм). Першу краплю крові витерти марлевым тампоном.
2. Отриману кров набрати без бульбашок повітря в скляний градуйований капіляр з поділками від 0 до 100, який заздалегідь оброблений 4%-м розчином цитрату натрію або гепарином.
3. Кінчик капіляра обробити герметиком і вставити в спеціальний адаптер для капілярів центрифуги і центрифугувати зі швидкістю 7000 об/хв протягом 1 хв (або зі швидкістю 1000–1500 об/хв протягом 10–15 хв). При цьому під дією відцентрової сили формені елементи зміщуються в периферичну частину капіляра, а плазма залишається в середній його частині.
4. За поділками капіляра обчислити співвідношення між об'ємами плазми і формених елементів, яке виражають у відсотках або в одиницях системи СІ (л/л).
5. Зробити висновки:
 - Результати необхідно виразити процентним співвідношенням плазми та формених елементів і порівняти із загально прийнятими нормальними значеннями.
 - Пояснити роль різних факторів, які можуть впливати на показники гематокриту: вік, стать, температура зовнішнього середовища, кількість крові, кількість еритроцитів, в'язкість крові та інші фактори.

Це співвідношення дорівнює 42–44 % – у жінок, 44–48 % – у чоловіків, 35–40 % – у дітей і 50–55 % – у новонароджених.

Робота 2. Визначення осмотичної резистентності (стійкості) еритроцитів

Обладнання та матеріали: штатив з 10 пробірками, розчини хлориду натрію з концентрацією від 0,9 до 0,1%-го розчину, пробірка з дистильованою водою, дві піпетки, спирт, йод, гострі ножиці, бавовняні кульки

Об'єкт дослідження: кров щура або консервована кров людини.

Процес руйнування оболонки еритроцитів і вихід гемоглобіну в плазму крові називається гемолізом. При цьому плазма забарвлюється в червоний колір і стає прозорою. Розрізняють декілька видів гемолізу.

Осмотичний гемоліз може виникнути в гіпотонічному середовищі. Концентрація розчину NaCl, при якій починається гемоліз еритроцитів, носить назву **осмотичної резистентності еритроцитів**.

Хімічний гемоліз може бути викликаний хімічними агентами: хлороформом, ефіром, які руйнують білково-ліпідну оболонку еритроцитів.

У клініці нерідко зустрічається гемоліз при отруєнні оцтовою кислотою.

Біологічний гемоліз зустрічається при дії отрут змій, комах, мікроорганізмів, при переливанні несумісної крові під впливом імунних гемолізинів. Останнє є причиною виникнення анемій і нерідко супроводжується виносом гемоглобіну і його похідних з сечею (гемоглобінурія).

Температурний гемоліз виникає при заморожуванні і розморожуванні крові в результаті руйнування оболонки еритроцитів кристаликами льоду.

Механічний гемоліз відбувається при механічних впливах на кров: наприклад, при сильному струшуванні ампули (пробірки) з кров'ю спостерігається руйнування мембрани еритроцитів. Він може проявлятися у хворих з протезуванням клапанного апарату серця і судин. Крім того, механічний гемоліз іноді виникає при тривалій ходьбі, бігу, стрибках (маршова гемоглобінурія) через травмування еритроцитів в капілярах стоп.

До початку роботи ознайомтеся з методикою визначення осмотичної резистентності еритроцитів

<https://www.youtube.com/watch?v=Qssw6epaVhQ>

Хід роботи:

1. У штатив помістити 10 пробірок і пронумерувати їх маркером. У кожную пробірку налити по 4 мл розчину хлориду натрію (NaCl) у концентраціях, що зменшуються від 0,9 % до 0,1 %.
2. У пробірку № 10 додати 4 мл дистильованої води.
3. У кожную пробірку додати по дві краплі крові.
4. Вміст пробірок обережно перемішати і залишити стояти протягом 1 години при кімнатній температурі.
5. Через 1 годину відзначити, в якій пробірці виявляється початковий і кінцевий гемоліз еритроцитів. Концентрації розчинів в цих пробірках і є показником осмотичної резистентності еритроцитів.
6. Оцінити результати дослідження:

При повному гемолізі спостерігається забарвлення розчину (лакова кров) (рис. 1А, В).

При відсутності гемолізу розчин залишається прозорим, безбарвним, а еритроцити осідають на дно (Рис. 1D).

При частковому гемолізі гемоглобін з зруйнованих еритроцитів забарвить розчин, а цілі еритроцити – осядуть на дно (Рис. 1С).

Отже, еритроцити тієї самої крові мають неоднакову осмотичну стійкість відносно гіпотонічних розчинів.

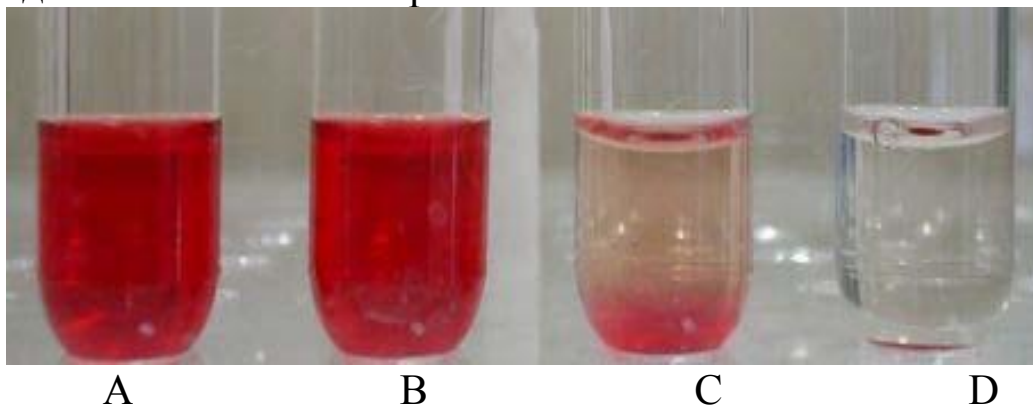


Рис. 1. Спостереження гемолізу еритроцитів

А, В – повний гемоліз, С – частковий гемоліз, D – гемоліз відсутній

У людини мірою осмотичної стійкості (резистентності) є концентрація NaCl, при якій починається гемоліз. У людини це відбувається у розчинах хлористого натрію 0,45-0,40 % (мінімум резистентності). Усі еритроцити руйнуються у людини в межах 0,34 – 0,2 % NaCl (максимум резистентності).

7. Заповнити таблицю.

Розмістити у таблиці 1 отримані результати у вигляді умовних позначень («–» – гемоліз відсутній; «+» – гемоліз повний; «+/-» – гемоліз частковий).

Таблиця 1

Визначення осмотичної стійкості (резистентності) еритроцитів

№ пробирки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Концентрація NaCl	0,9	0,5	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	Дист. Вода
Наявність/відсутність Гемолізу										

8. Зробити висновки:

- Результати порівняти із загальноприйнятими нормальними значеннями.
- Пояснити причини наявності осмотичного гемолізу еритроцитів в розчинах з різною концентрацією NaCl.
- Розглянути фактори, які призводять до зміни осмотичної стійкості еритроцитів.
- Дати пояснення щодо причин розвитку хімічного, механічного, термічного, біологічного гемолізів.

Робота 3. Визначення швидкості осідання еритроцитів (ШОЕ) за Т. П. Панченковим

Обладнання та інструменти: спирт, вата, йод, гострі ножиці, 5 % розчин цитрату натрію, прилад Панчекова (рис. 2), капіляр з приладу Панченкова.

Об'єкт дослідження: кров щура

При стоянні стабілізованої крові еритроцити внаслідок своєї ваги осідають. При цьому кров поділяється на два шари: верхній (безколірний, прозорий) – плазму, та нижній (червоний, непрозорий) – еритроцити.

ШОЕ зв'язана з властивостями колоїдів плазми, з кількістю еритроцитів, їх електрзарядженістю тощо. Значне прискорення осідання еритроцитів буде показником зрушення нормального стану.

У нормі зовнішня поверхня кожного еритроцита має негативний заряд, обумовлений присутністю сіалових кислот, що входять до складу клітинних мембран. Однаковий заряд викликає сили відштовхування між клітинами. В результаті еритроцити знаходяться в підвішеному стані, осідають повільно, що і визначає нормальну ШОЕ.

В нормі цифри ШОЕ (за Панченковим) у щурів від 2 до 6 мм/год, у чоловіків від 1 до 10 мм/год, у жінок – від 2 до 15 мм/год, у новонароджених – 1 – 2 мм/год.

Показником ШОЕ користуються в медицині для діагностики деяких захворювань. Під час захворювань (запаленнях, пухлинах) еритроцити здатні утворювати агрегати, у зв'язку з чим вони швидше осідають. При цьому ШОЕ збільшується при значному зменшенні кількості еритроцитів, так як при цьому зменшується в'язкість крові.

Норма ШОЕ залежить від віку і статі: у жінок нормальний рівень ШОЕ вище, ніж у чоловіків, а у літніх – вище, ніж у молодих. Крім того, існує ще індивідуальна варіабельність норми ШОЕ.

Швидкість осідання еритроцитів збільшується при захворюванні на туберкульоз, ревматизм, запалення легень, грип та інші інфекційні хвороби і досягає 20 – 50 мм/год.

При патологічних процесах на поверхні еритроцита накопичується велика кількість молекул білка (фібриногену, гамма-глобуліну та ін.), які не тільки послаблюють електростатичний заряд, а й сприяють склеюванню (агрегації) еритроцитів між собою у вигляді монетних стовпчиків. Відносна щільність кожного агрегату в розрахунку на одиницю його обсягу збільшується, агрегати починають швидше опускатися вниз і швидкість осідання еритроцитів збільшується.

Під час вагітності в результаті зміни білкового складу крові відзначається підвищення ШОЕ, починаючи з 10-11 тижня вагітності, і утримується на підвищеному рівні до 4 тижнів після пологів. При нормальній вагітності ШОЕ може підвищуватися до 30-40 мм/год.

На величину швидкості осідання еритроцитів (ШОЕ) впливають багато фізіологічних чинників. ШОЕ збільшується при інтенсивній і тривалій м'язовій діяльності, прискорюється також з 40-річного віку і в глибокій старості і може сягати 60 мм/год, що свідчить про значні зміни в білках крові. Можливі причини або фактори, які впливають на показники ШОЕ, наведено у табл. 2.

Фактори, що впливають на ШОЕ

Прискорення ШОЕ	Уповільнення ШОЕ
Анемія	Поліцитемія
Вагітність	Зміна розмірів (спадковий мікросфероцитоз) і форми еритроцитів (серповидно-клітинна анемія)
Прийом пероральних контрацептивів	Прийом нестероїдних анальгетиків
Підвищений вміст ліпідів у крові (холестерин)	Підвищений вміст жовчних кислот у крові
Алкалоз	Ацидоз
Температура зовнішнього середовища, в якій знаходився капіляр для дослідження ШОЕ, перевищує 27 градусів	Температура зовнішнього середовища, в якій знаходився капіляр для дослідження ШОЕ, нижче 22 градусів

При визначення ШОЕ слід дотримуватись наступних правил:

1. Приготувати 5%-ний розчин цитрату натрію, для чого 5 г три заміщеного цитрату натрію вміщують у колбу на 100 мл та долити дистильованою водою до позначки 100 мл. Реактив придатний для використання протягом 7 – 10 днів. Розчин цитрату натрія перешкоджає згортанню крові, зв'язуючи іони Ca^{2+} — IV плазмовий фактор.

2. Старанно перемішати здобуту кров з реактивом.

3. Заповнити капіляр суцільним стовпчиком крові без бульбашок повітря.

4. Поставити капіляри з кров'ю в апарат Панченкова (рис. 2) у вертикальному положенні.

5. Визначити ШОЕ при температурі 18 – 22 °С.

6. Використовувати свіжо виготовлений реактив і чисті капіляри.

Для визначення ШОЕ застосовують прилад Панченкова (рис. 2). Прилад являє собою штатив, в якому можуть бути закріплені у вертикальному положенні спеціальні капіляри. Капіляри градуйовані в міліметрах. На капілярі є позначки: «К» (кров) – на рівні «нуль»,

позначка «Р» (реактив) – на рівні 50 мм, позначка «0» стоїть на відстані 100 мм від нижнього кінця.

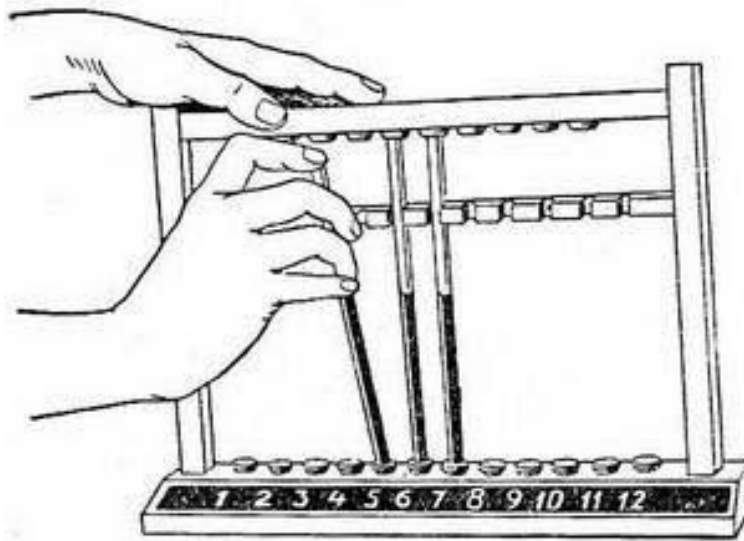


Рис. 2. Встановлення капіляру у прилад Панченкова

Хід роботи:

1. Капіляр Панченкова промити 5%-ним розчином цитрату натрію. Набрати цитрат до позначки «Р» та видути його на годинникове скло.
2. Гострими ножицями відсікти у щура, який знаходиться у камері, кінчик хвоста до появи краплі крові. Першу краплю крові витерти марлевым тампоном.
3. Наступні краплі крові двічі набрати у той самий капіляр до позначки «К». Обидві порції крові перемішати на годинниковому склі з наявним там цитратом (у співвідношенні 4:1).
4. Нахиляючи капіляр, набрати в нього суміш крові з цитратом натрію до мітки 0 (К), закрити пальцем верхній кінець капіляру, аби розчин крові не витік. Уперти нижній кінець капіляру в нижнє гумове кільце приладу Панченкова і потім вставити верхній кінець капіляру в гумове кільце зверху.
5. Через годину зафіксувати, скільком міліметрам дорівнює висота вертикального стовпчика плазми у капілярі, що утворилася над еритроцитами. Ця величина є мірою ШОЕ.
6. Результат визначити у міліметрах за годину (мм/год) (рис. 3б).

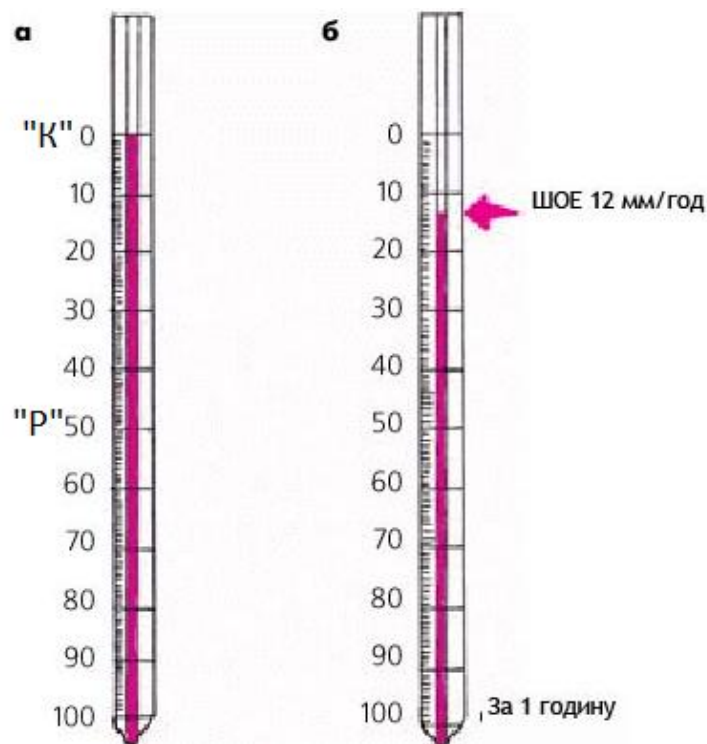


Рис. 3. Капіляр Панченкова та вимірювання показника ШОЕ
а – одразу після забору крові; б – через годину

7. Зробити висновки:

- порівняти отримані показники з нормальними значеннями;
- описати механізм впливу різних факторів на величину ШОЕ: температури повітря, складу плазми крові, кількості еритроцитів, заряду мембран еритроцитів та інших.

Робота 4. Методика підрахунку еритроцитів крові в лічильній камері Горяєва

Обладнання і матеріали: гострі ножиці, вата, спирт, лічильна камера Горяєва, пробірки, 3%-й розчин NaCl, мікроскоп, мірні піпетки на 5 мл, капіляр Салі на 0,02 мл, фільтрувальний папір.

Об'єкт дослідження: кров щура або консервована кров людини.

Лічильні камери, що застосовуються для підрахунку формених елементів. Найбільш поширені лічильні камери Горяєва, Предтеченського, Бюркера, Тома, Тюрка (рис. 4).

Усі вони мають сітку на склі, яка створює квадрати. Характер сіток, а також будова камер дещо відрізняються, але підрахунок у всіх випадках ведеться за кількістю еритроцитів і лейкоцитів в 1 мм^3 .

Беручи до уваги, що площа малих квадратиків у всіх камерах дорівнює $1/20 \times 1/20 = 1/400\text{ мм}^2$, а товща шару рідини над квадратиком складає $1/10\text{ мм}$, можна обчислити об'єм рідини, що вміщується над кожним малим квадратиком; він дорівнюватиме $1/400 \times 1/10 = 1/4000\text{ мм}^3$.

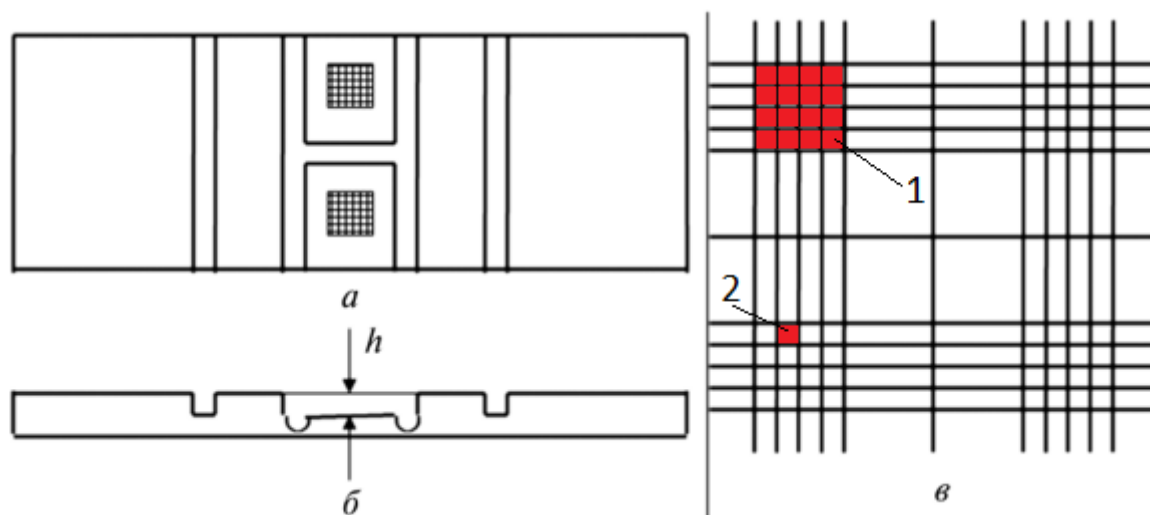


Рис. 4. Зовнішній вигляд лічильної камери Горяєва для підрахунку формених елементів крові: зверху (а), збоку (б), сітка камери Горяєва (в); 1 – великий квадрат, 2 – маленький квадрат, h – простір між камерою та покривним склом.

До початку заняття ознайомтеся з відеофільмами:

сітка камери Горяєва під мікроскопом

(<https://www.youtube.com/watch?v=8FpQpCbyQLc>)%

підрахунок еритроцитів в камері Горяєва

(<https://www.youtube.com/watch?v=zXlOZ8abgKA>).

Хід роботи:

1. Додати у пробірку 4 мл 3%-го розчину хлориду натрію.
2. Скласти камеру для підрахунку формених елементів крові (камеру Горяєва) помістити під мікроскоп і розглянути на ній сітку Горяєва спочатку при малому, а потім при великому збільшенні.
3. Накрити камеру покривним скельцем і притерти його краї до скла камери до появи райдужних кілець Ньютона.

4. Гострими ножицями відсікти у щура, який знаходиться у камері, кінчик хвоста до появи краплі крові. Першу краплю крові витерти марлевым тампоном. При наявності застосувати консервовану кров людини.
5. У капіляр Салі набрати кров до мітки (0,02 мл) без бульбашок повітря.
6. Обтерти кінець капіляру фільтрувальним папером і перенести його в пробірку з 3,0 % розчином хлориду натрію (4,0 мл), перемішати скляною паличкою.
7. Для підрахунку еритроцитів узяти скляною паличкою краплю розведеної (у 200 разів) крові, нанести на середню ділянку камери біля покривного скла. Капілярними силами крапля сама втягується під покривне скло і заповнює камеру. Надлишок розчину крові стікає в жолобок.
8. Заповнену камеру поставити під мікроскоп і якщо формені елементи розташовані рівномірно (що є показником доброго перемішування крові), почати підрахунок.
9. Підрахунок проводити краще під малим об'єктивом (x 8), але використовувати при цьому окуляр x 15. Аби отримати точні дані, необхідно підрахувати кількість еритроцитів у 5 великих квадратах, які знаходяться в різних місцях сітки.

Для того, щоб отримати точні дані, необхідно підрахувати число еритроцитів в 5 великих квадратах, розділених на 16 маленьких, які розміщені в різних місцях сітки, наприклад, по діагоналі. Для цього на аркуші паперу намалювати 5 великих квадратів, розділити кожен з них на 16 маленьких, в кожен маленький квадрат вписувати знайдене число еритроцитів (рис. 5).

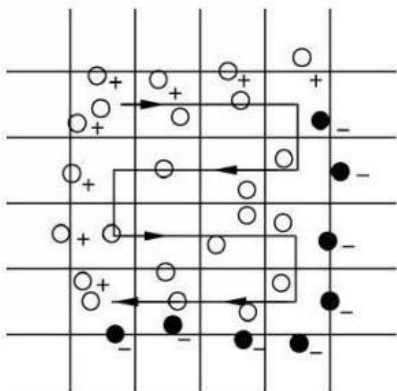


Рис. 5. Схема підрахунку кількості еритроцитів в малому квадраті відповідно до правила Єгорова

Щоб уникнути двократного підрахунку кліток, підраховують еритроцити усередині кожного маленького квадрата, а для

підрахунку тих, що лежать на межі між малими квадратами, застосовують правило Єгорова: «До даного квадрата належать еритроцити, які знаходяться як усередині квадрата, так і на його лівій і верхній межах; еритроцити, які знаходяться на правій і нижній межах, до даного квадрата не належать» (рис. 5).

10. Знайдену кількість еритроцитів в п'яти великих квадратах (що становить 80 маленьких) підставляють у формулу:

$$X = (E * 4000 * 200) / 80$$

де: X – шукане число еритроцитів в 1 мм³ цілісної крові;

E – сума еритроцитів в 80 маленьких квадратах;

1/ 4000 мкл/мм³ – об'єм одного маленького квадратика;

200 – міра розведення крові;

Потім отриману кількість еритроцитів записують у перерахунку на 1 л крові, тобто кількість еритроцитів, знайдених в 1 мм³, множать на 10¹².

11. Оформлення результатів:

- Записати кількість еритроцитів, що міститься в 1 л досліджуваної крові. Порівняти отримані результати з нормою. У дорослих цей показник становить (4,0-5,0)·10¹²/л у чоловіків, (3,7-4,7)·10¹²/л у жінок, (4,0-4,5)·10¹²/л у дітей шкільного віку, (5,5-7,0)·10¹²/л у новонароджених у перші дні життя.
- Пояснити причини різної кількості еритроцитів в крові чоловіків і жінок, новонароджених.
- Вказати на причини, які можуть привести до зміни кількості еритроцитів в крові.

Робота 5. Визначення кількості гемоглобіну колориметричним методом за А. Салі

Обладнання і матеріали: гострі ножиці, бавовняні кульки, спирт, капіляр Салі на 0,02 мл, фільтрувальний папір, гемометр Салі, скляна паличка, піпетка, 0,1 Н розчин НСІ.

Об'єкт дослідження: кров щура або консервована кров людини.

Визначення кількості гемоглобіну (Hb) за методом Салі проводять колориметричним способом, що ґрунтується на такому принципі: якщо досліджуваний розчин шляхом розведення довести до забарвлення, однакового зі стандартним розчином, то

концентрація розчинених речовин в обох розчинах буде однаковою, а кількості речовин співвідноситимуться, як їх об'єми.

У зазначених стандартних розчинах абсолютна кількість гемоглобіну дорівнює 16,67 %.

Знаючи кількості речовин у стандартному розчині (16,7 %, що прийнято за 100 % гемоглобіну), легко обчислити його вміст у досліджуваному розчині у відносних відсотках.

Гемометр Салі (рис. 6) є штативом, задня стінка якого зроблена з матового скла. У штатив вставлено три пробірки однакового діаметру. Дві крайні зверху запаяні та містять стандартний розчин солянокислого гематина, середня – градуйована і відкрита. Вона призначена для досліджуваної крові.



Рис. 6. Гемометр Салі: зліва – гемометр, справа – схема гемометру

1 – корпус; 2 – запаяні пробірки із стандартом; 3 – градуйована пробірка; 4 – піпетка (капіляр) для взяття крові

До початку роботи ознайомтеся з відеофільмом «Визначення кількості гемоглобіну в крові за методом Салі»:

<https://www.youtube.com/watch?v=if0NdLGzIs8>

Хід роботи:

1. У середню градуйовану пробірку гемометра Салі налити децинормальний розчин HCl до нижньої циркулярної мітки.
2. Гострими ножицями відсікти у щура, який знаходиться у камері, кінчик хвоста до появи краплі крові. Першу краплю

крові витерти марлевим тампоном. При наявності застосувати консервовану кров людини.

3. У піпетку Салі набирають кров до метки 0,02 мл видаляючи надлишок шляхом накладання фільтрувального паперу до кінчика капіляра.
4. Видути кров на дно середньої пробірки так, щоб верхній шар соляної кислоти залишався незабарвленим. Не виймаючи піпетки, обполоснути її соляною кислотою з верхнього шару.
5. Перемішати вміст пробірки, вдаряючи пальцем по її дну і залишити стояти на 5-10 хвилин. Цей час необхідний для повного перетворення гемоглобіну на солянокислий гематин. Колір розчину змінюється на коричневий завдяки утворенню гематину.
6. До розчину додавати по краплях дистильовану воду, перемішуючи скляною паличкою до тих пір, доки колір отриманого розчину не буде однаковий з кольором пробірок, в яких знаходиться стандартний розчин гематину.

Цифра, що стоїть на рівні нижнього меніска отриманого розчину, показує вміст Нб у досліджуваній крові в грам-відсотках. Якщо цю цифру помножити на 10, отримане число буде відповідати кількості гемоглобіну в досліджуваній крові в грамах на літр.

Можна обчислити відносний вміст Нб у досліджуваній крові, наприклад, припустимо, що в крові 14 г% Нб, тоді 16,7 г% становить 100 %, а 14,0 г% – x . Отже, $x = 83,9$ %, що є показником відносного вмісту Нб.

7. Оформлення результатів:

- Отримані результати заносять до протоколу дослідження і порівнюють із загальноприйнятими нормальними значеннями Нб.
- Перерахувати вміст гемоглобіну на літр крові, порахувати відносний вміст гемоглобіну.
- У дорослих кількість гемоглобіну складає 130-160 г/л у чоловіків, 120-140 г/л у жінок, 160-180 г/л у новонароджених у перші дні життя.
- Пояснити причини різної кількості гемоглобіну в крові чоловіків і жінок, новонароджених.
- Вказати на причини, які можуть привести до зміни кількості гемоглобіну в крові.

Робота 6. Розрахунок кольорового показника крові

Обладнання і матеріали: щур, штатив, пробірки, предметне та покривне скельця, ракета, склянка, цитрат натрію, йод, мікроскопи, камера Горяєва, бинт, спирт, набір інструментів, гемометр Салі, 0,1 н розчин соляної кислоти, дистильована вода.

Об'єкт дослідження: кров щура або консервована кров людини.

Кольоровий показник (КП) крові є показником ступеня насичення еритроцитів гемоглобіном і відображає співвідношення між кількістю еритроцитів і гемоглобіну крові. Коли його значення відрізняються від норми, то це свідчить про наявність анемії. Якщо КП менше 0,85, то виділяють гіпохромну анемію, якщо КП більше 1,15 – гіперхромні анемії.

Хід роботи:

1. Визначити кількість еритроцитів крові.
2. Визначити вміст гемоглобіну в крові.
3. Розрахувати КП за формулою:

$$КП = \frac{\text{знайдена кількість гемоглобіну} \times 3}{3 \text{ перші цифри знайденої кількості еритроцитів}} \quad \text{або}$$

$$КП = \frac{\text{знайдена кількість гемоглобіну} \times \text{нормальна кількість еритроцитів}}{\text{нормальна кількість гемоглобіну} \times \text{знайдена кількість еритроцитів}}$$

4. Зробити висновки.

Кольоровий показник крові у нормі складає 0,8-1

Тестові завдання для самоконтролю рівня знань

1. Осмотичний тиск плазми крові не зміниться при введенні в кров розчину

- А. глюкози 40 %
- В. хлористого натрію 0,2 %
- С. хлористого кальцію 20 %
- Д. хлористого натрію 0,9 %

2. У людини вміст альбуміну в плазмі крові нижчий за норму. Це супроводжується набряком тканини. Яка функція крові порушена?

- А. Підтримка рН
- В. Підтримка температури тіла

С. Підтримка онкотичного тиску крові

Д. Підтримка системи згортання крові

Е. Всі відповіді вірні

3. Люди потрапили в корабельну аварію і, страждаючи від спраги, почали пити морську воду. Внаслідок цього спрага посилювалася, з'явилися слабкість, галюцинації, втрата свідомості,

виникла загроза смерті. Чим це можна пояснити?

- A. Зменшенням онкотичного тиску
- B. Підвищенням онкотичного тиску
- C. Підвищенням артеріального тиску
- D. Підвищенням осмотичного тиску крові
- E. Зменшенням осмотичного тиску крові

4. Дихальна функція крові забезпечується, що міститься в еритроцитах

- A. Гепарином
- B. Плазмою
- C. Протромбіном
- D. Гемоглобіном

5. Внаслідок автомобільної катастрофи у жінки виникла гостра втрата крові. Яким є головний фізіологічний механізм підтримки стабільності внутрішнього середовища організму відразу після втрати крові?

- A. Збудження пропріорецептивних скелетних м'язів
- B. Вивільнення крові з кров'яного депо
- C. Гальмування волюморекторів судин
- D. Підвищення рухової активності
- E. Підвищення реабсорбції води

6. До білків плазми крові належать:

- A. Альбуміни, глобуліни, фібриноген
- B. Актин, міозин
- C. Тропоміозин
- D. Усі вище перелічені

7. Сироватка крові – це:

- A. Кров без формених елементів і фібриногену
- B. Отримані шляхом центрифугування крові формені елементи
- C. Кров без формених елементів
- D. Рідина, що не містить еритроцитів і протікає в лімфатичних судинах

8. Рідина, що містить воду і розчинені в ній солі

Негативний заряд еритроцитів обумовлений:

- A. Білками еритроцитарних мембран
- B. Сіаловою кислотою еритроцитарних мембран
- C. Спектрином і анкерином
- D. Натрій-калій залежною АТФазою
- E. Карбоангідразою

9. Людина з протезом клапана аорти надійшла до клініки для додаткового обстеження у зв'язку з ознаками гемолітичної анемії. Який вид гемолізу наявний за цих умов?

- A. Імунний
- B. Осмотичний
- C. Механічний
- D. Термічний
- E. Біологічний

10. У чоловіка, який знаходиться в стаціонарі, аналіз крові виявив великий вміст еритроцитів, що мають ядро. Який стан може спричинити появу великої кількості ядерних еритроцитів?

- A. Холера
- B. Опік
- C. Дизентерія
- D. Гостра крововтрата
- E. Гіперхромна гарячка

11. На еритропоез впливають:

- A. Еритропоетин
- B. Гіпоксія
- C. Фактор Кастла
- D. Двовалентне залізо
- E. Все вищезазначене

12. ШОЕ залежить від:

- A. Віку

В. Статі

С. Зміни білкових фракцій плазми

Д. Функціонального стану організму

Е. Все вищезазначене

Відповіді: 1. D; 2. С; 3. D; 4. D;

5. В; 6. А; 7. А; 8. В; 9. С; 10. D;

11. Е; 12. Е.

Ситуаційні завдання

1. Під час перфузії судин препарату задніх лапок жаби розчином Рінгера об'єм лапок через деякий час збільшується. Поясніть, в чому причина.

2. У хворих серповидноклітинною анемією еритроцити набувають подовжену форму у вигляді серпа. Здатність приєднувати кисень при цьому істотно не порушена. В такому випадку з чим пов'язані основні патологічні явища при цьому захворюванні? Чому виникає анемія?

3. В отруті деяких змій міститься фермент лецитиназа. Чому укусу такої змії небезпечний для життя?

4. При м'язовій роботі можна спостерігати збільшення абсолютного вмісту еритроцитів в крові. Оскільки такий ефект відзначається досить швидко, то не можна вважати, що за цей час почався додатковий синтез еритроцитів. У чому ж тоді причина? Звідки ж беруться додаткові еритроцити?

5. Ретикулоцити – це молоді еритроцити, які після виходу з кісткового мозку зберігаються в такому вигляді в руслі крові ще близько доби. Назва їх в перекладі означає сітчасті клітини. Що ж це за сітка?

6. При тривалому голодуванні у людей з'являються так звані голодні набряки. У чому причина цього?

7. У студента, що вживав під час сесії для покращання працездатності фенацетин, з'явилися всі ознаки кисневої недостатності. Проте клінічний аналіз крові показав, що кількість еритроцитів і Нb знаходиться в межах норми, серце працює нормально, а кількість кисню в повітрі достатня. Про яку причину можна думати і який аналіз крові може допомогти у встановленні причини появи таких симптомів, якщо відомо, що фенацетин – сильний окисник?

8. Під час аналізу крові двох дітей віком 1,5 і 8 років виявлено, що в однієї з них вміст білка у плазмі крові становить 74 г/л, а в другій – 60 г/л. У якій дитині спостерігається більший вміст білка.

9. У молодій здорової жінки в ході повторних аналізів крові виявлено, що гематокрит дорівнює 45 % плазми і 55 % формених елементів. Це говорить про значне згущення крові. У чому причина, з огляду на те, що жінка здорова? Дайте необхідні рекомендації.

10. У одного чоловіка за даними аналізу в крові міститься $4,2 \times 10^{12}$ /л еритроцитів, у іншої людини – $4,8 \times 10^{12}$ / л, причому у частині еритроцитів є ядра. У кого з пацієнтів стан червоної крові вимагає уваги лікаря?

Відповіді до ситуаційних завдань

1. Збільшення об'єму лапки пов'язане з виникненням набряку, оскільки розчин Рінгера не містить високомолекулярних сполук і вода з судин вільно надходить до тканин, де онкотичний тиск відносно більший.

2. Зміни форми призводять до деякого її відхилення від ідеальної форми для швидкого захоплення кисню (двоввігнутий диск). Однак це не тягне за собою особливо важких наслідків. А ось до чого може привести зміна розмірів (діаметра) серповидних еритроцитів? До того, що вони не зможуть нормально проходити через капіляри. Тут серпоподібні еритроцити застряють, утворюються пробки, в яких потім відбувається гемоліз (тому і утворюється анемія – зменшення кількості еритроцитів).

3. В чому полягає дія лецитинази? Вона розщеплює молекули ліпідів. Такі сполуки входять до складу мембран клітин. Які ж клітини найбільше доступні дії отрути, що надходить в кров? Це еритроцити. Від масового гемолізу може настати загибель організму.

4. При м'язовій роботі вельми значні кількості крові надходять з депо в судинну систему. А, як відомо, в депонованій крові вміст еритроцитів вище.

5. Дозрілий еритроцит втрачає ядро. Проте в ньому деякий час ще триває синтез гемоглобіну. Цьому сприяють залишки ендоплазматичного ретикулума з рибосомами, що збереглися. Саме ці залишки і утворюють сітку, яка дала назву ретикулоцитів.

6. При голодуванні в організм надходить мало білкових речовин, зменшується синтез білків крові, знижується її онкотичний тиск, що і призводить до набряків в результаті фільтрації плазми через стінку судин.

7. Прийом фенацетину, що є сильним окисником, може викликати утворення в крові стійкої сполуки – MetHb, що призводить

до кисневого голодування. Допомогти в підтвердженні передбачуваного діагнозу може спектральний аналіз крові. MetHb має додаткову смугу поглинання в червоній частині спектра.

8. Старша та дитина, у якої вміст білка 74 г/л. У дітей 3–4 років загальна кількість білків плазми знижена.

9. Згущення крові пов'язано з втратами рідкої її частини – води. Оскільки жінка здорова, то мають місце якісь фізіологічні втрати, не пов'язані з яким би то не було захворюванням. В умові задачі йдеться про молоду жінку. Який же стан у такої жінки може призводити до втрат надлишкових кількостей рідини? Це годування немовляти. При рясному утворенні молока втрачається велика кількість води. Тому молода мати повинна відповідно скоригувати свій питний режим.

10. Кількість еритроцитів у обох пацієнтів в межах норми. Але наявність еритроцитів з ядрами говорить про напругу в системі еритропоезу, яка змушена викидати в кров незрілі еритроцити. Це вимагає уваги лікаря.

Заняття 9. ЗАХИСНІ ФУНКЦІЇ КРОВІ. АНТИГЕННІ ВЛАСТИВОСТІ КРОВІ. ГРУПИ КРОВІ. ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПЕРЕЛИВАННЯ КРОВІ ТА КРОВОЗАМІННИКІВ

Ціль заняття: Вивчити захисні властивості і функції крові, механізми регуляції природженого і адаптивного специфічного і неспецифічного імунітету. Вивчити фізіологічну роль лейкоцитів та їх субпопуляцій.

Опанувати практичні навички: визначення кількості лейкоцитів в крові, групи крові, резус-фактора, тестування крові на сумісність. Уміти трактувати отримані результати досліджень. Знати властивості та функції тромбоцитів, фізіологічні механізми, які лежать в основі гемостазу.

Мати знання про: будову і функції лейкоцитів різних видів; клітинний і гуморальний імунітет; будову мембрани еритроцита; кров'яні пластинки-тромбоцити і їх функції.

Питання для підготовки до заняття:

1. Неспецифічні механізми захисту: клітинна і гуморальна ланка вродженого і адаптивного імунітету.
2. Специфічні механізми захисту: клітинний і гуморальний вроджений і адаптивний імунітет.

3. Механізми регуляції кооперативних взаємин в клітинній і гуморальній ланках імунної системи.
4. Загальна характеристика лейкоцитів. Класифікація лейкоцитів. Основні функції лейкоцитів різних видів. Дайте визначення лейкограми.
5. Фізіологічна роль окремих субпопуляцій лейкоцитів.

Робота 1. Методика підрахунку лейкоцитів в крові в лічильній камері Горяєва

Обладнання і матеріали: гострі ножиці, бавовняні кульки, спирт, лічильна камера Горяєва, пробірки, 5%-й розчин оцтової кислоти підфарбований метиленовою синню, мікроскоп, мірні піпетки на 1 мл, капіляр Салі на 0,02 мл, фільтрувальний папір.

Об'єкт дослідження: кров щура або консервована кров людини.

Лейкоцити (від греч. λευκος – білий; κύτος – клітина). Це безбарвні кров'яні клітини, які містять ядро й цитоплазму. Здатні до самостійного пересування, тому лейкоцити є не тільки в кров'яному руслі, а й у будь-якій іншій ділянці нашого тіла.

У крові дорослої людини лейкоцитів міститься в 1000 разів менше, ніж еритроцитів, і в середньому їх кількість становить в 1 мм^3 крові дорослих 6-8 тис. У новонароджених дітей, особливо в перші дні життя, кількість лейкоцитів може сильно варіювати від 9 до 30 тис/ мм^3 .

Вміст лейкоцитів в крові не є постійним, а динамічно змінюється в залежності від часу доби і функціонального стану. Найменше лейкоцитів в крові вранці, але зазвичай їх кількість дещо підвищується до вечора, після прийому їжі, а також після фізичного та емоційного напруження.

У здорових людей співвідношення між усіма видами лейкоцитів досить постійне і зміна його служить ознакою різних захворювань. При інфекційних і деяких інших захворюваннях їх число різко збільшується (**лейкоцитоз**). При променевій хворобі спостерігається значне зменшення числа лейкоцитів (**лейкопенія**). Лейкоцитози можуть бути фізіологічні і патологічні, тоді як лейкопенії зустрічаються тільки при патології.

Функції лейкоцитів:

1. Проникнення через стінку капілярів і вихід за межі вогнища запалення.

2. Фагоцитоз – процес поглинання і перетравлення мікроорганізмів.
3. Лейкоцити виробляють лейкоїни, які призводять до загибелі мікроорганізмів і нейтралізації їх токсинів.
4. Лейкоцити формують імунітет.

Перед початком роботи ознайомтеся з відеофільмом «Підрахунок лейкоцитів в камері Горяєва» за посиланням: https://www.youtube.com/watch?v=2VzY7otQ_5k

Хід роботи:

1. Додати у пробірку 0,4 мл 3%-го розчину оцтової кислоти, яка підфарбована метиленовою синню. Оцтова кислота забезпечує руйнування еритроцитів.
2. Скляну камеру для підрахунку формених елементів крові (камеру Горяєва) помістити під мікроскоп і розглянути на ній сітку Горяєва спочатку при малому, а потім при великому збільшенні.
3. Накрити камеру покривним скельцем і притерти його краї до скла камери до появи райдужних кілець Ньютона.
4. Гострими ножицями відсікти у щура, який знаходиться у камері, кінчик хвоста до появи краплі крові. Першу краплю крові витерти марлевым тампоном. При наявності застосувати консервовану кров людини.
5. У капіляр Салі набрати кров до мітки (0,02 мл) без бульбашок повітря.
6. Обтерти кінець капіляру фільтрувальним папером і перенести його в пробірку з 5,0% розчином оцтової кислоти з метиленовою синню (0,4 мл), перемішати скляною паличкою.
7. Для підрахунку лейкоцитів узяти скляною паличкою краплю розведеної (у 20 разів) крові, нанести на середню ділянку камери біля покривного скла. Капілярними силами крапля сама втягується під покривне скло і заповнює камеру. Надлишок розчину крові стікає в жолобок.
8. Заповнену камеру поставити під мікроскоп і якщо формені елементи розташовані рівномірно (що є показником доброго перемішування крові), почати підрахунок.
9. Підрахунок проводити краще під малим об'єктивом ($\times 8$), але використовувати при цьому окуляр $\times 15$. Для підрахунку на аркуші паперу намалювати 25 великих квадратів (не розділених

на маленькі по всій сітці), що складає 400 маленьких, і вписувати знайдене число лейкоцитів. Щоб уникнути двократного підрахунку клітин, рахуються лейкоцити усередині кожного квадрата (400 маленьких квадратів), а також на верхньому і лівому його боках (правило Єгорова) (див. робота 8).

10. Знайдену кількість лейкоцитів (у тисячах) підставляють у формулу:

$$X = (L * 4000 * 20) / 400$$

де X – шукане число лейкоцитів в 1 мм³ крові;

L – сума лейкоцитів в 400 маленьких квадратах;

1/4000 мкл/мм³ – об'єм одного маленького квадратика;

20 – міра розведення крові.

Потім отриману кількість лейкоцитів записують у перерахунку на 1 л крові, тобто кількість L, знайдених в 1 мм³, множать на 10⁹.

11. Оформлення результатів:

- Записати кількість лейкоцитів, що міститься в 1 л досліджуваної крові. Порівняти отримані результати з нормою. У дорослих цей показник дорівнює 6–9 тис. в 1 мм³, або (6,0–9,0)·10⁹/л.

- Вказати причини, які можуть привести до зміни кількості лейкоцитів в крові.

Робота 2. Методика підрахунку лейкоцитарної формули в мазку крові

Обладнання і матеріали: гострі ножиці, бавовняні кульки, спирт, пофарбований мазок крові, мікроскоп, фільтрувальний папір, імерсійне масло.

Об'єкт дослідження: підготовлений раніше мазок крові щура або людини.

Лейкограма, або лейкоцитарна формула, показує співвідношення (у відсотках), в якому знаходяться різні види білих клітин у крові. Мазок крові для підрахунку лейкограми отримують під час проведення загального аналізу крові.

Вміст у відсотках того чи іншого виду лейкоцитів змінюється при підвищенні або зниженні рівня інших видів. За даними – лейкограми можна судити про хід патологічного процесу, виникнення ускладнень і прогнозувати результат хвороби. Дані лейкограми необхідно зіставляти з клінічним проявом хвороби.

Лейкоцити розрізняються за походженням, функціями і зовнішнім виглядом. Деякі з лейкоцитів здатні захоплювати і перетравлювати чужорідні мікроорганізми (фагоцитоз), а інші можуть виробляти антитіла.

За будовою лейкоцити поділяють на дві великі групи: зернисті, або **гранулоцити**, і незернисті, або **агранулоцити**.

Для визначення відсоткового складу різних лейкоцитів в лейкоцитарній формулі приймають до уваги зовнішній вигляд еритроцитів. Враховують наявність або відсутність зернистості у цитоплазмі, колір, в який пофарбовані цитоплазма і зернистість, форму ядра, розміри клітин, кількість цитоплазми (рис. 7).

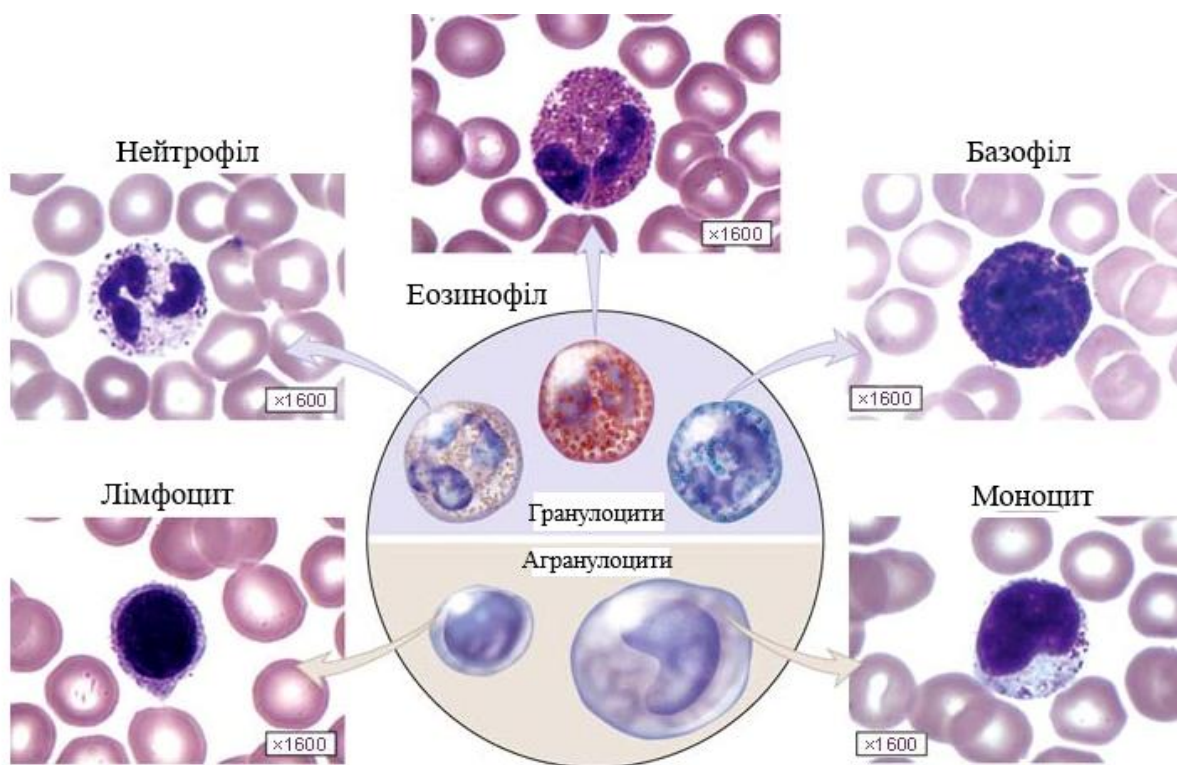


Рис. 7. Різні види лейкоцитів

Модифікація: Gartner L. P, Hiatt J. M. Color Textbook of Histology, 3th ed., The McGraw-Hill Companies, 2006, 592 p.

Різні типи лейкоцитів «спеціалізуються» на різних захисних реакціях організму, в зв'язку з чим аналіз змін лейкоцитарної формули може розповісти про характер патологічного процесу. Збільшення позначають як нейтрофіліоз, лімфоцитоз, еозинофілія, базофілія, моноцитоз, а зменшення як нейтропенія, еозинопенія, лімфопенія, моноцитопенія, агранулоцитоз. Підвищення відсотка

незрілих нейтрофілів периферійної крові (за рахунок появи мієлоцитів) і збільшення паличкоядерних форм прийнято позначати як **зсув лейкоцитарної формули вліво**.

Нейтрофільоз – збільшення кількості нейтрофілів – відбувається при інфекційно-запальних і гнійно-септичних захворюваннях. Незначний нейтрофільоз з невеликим зсувом вліво спостерігається звичайно при легкій формі захворювання, а значний, з вираженим зсувом вліво – при важкій формі. Виражений нейтрофільоз з гіперлейкоцитозом свідчить про достатню відповідь організму на важкий септичний процес; а з невеликим лейкоцитозом частіше свідчить про ослаблення імунної опірності організму. Важкі інфекційно-септичні захворювання часто протікають із значним зсувом вліво і появою дегенеративних змін в ядрах і цитоплазмі лейкоцитів (токсична зернистість); ядерний зсув нейтрофілів вправо при цих захворюваннях звичайно вказує на благополучну течію захворювання.

Нейтропенія – зменшення кількості нейтрофілів спостерігається при черевному тифі, лейшманіозі, при вживанні деяких лікарських препаратів (антибіотиків, цитостатиків, препаратів пірозолонового ряду).

Еозинофілія – зустрічається часто при різних алергічних захворюваннях – бронхіальній астмі, кропив'янці, сироватковій хворобі, сінній лихоманці. Значною еозинофілією супроводжуються глистні інвазії, деякі колагенози (вузликовий періартеріїт, склеродермія), неспецифічний виразковий коліт, хронічний мієлолейкоз; еозинофілія може також з'являтися при вживанні пеніциліну, стрептоміцину, препаратів, виготовлених з тканини печінки.

Еозинопенія – на фоні лейкоцитозу і ядерного зсуву вліво при інфекційних і запальних процесах свідчить про прогресування процесу. Зникнення еозинофілів спостерігається при черевному тифі, міліарному туберкульозі, в гострому періоді пневмонії, інфаркті міокарду. Поява еозинофілів при черевному тифі і інших інфекційних процесах вказує на початок одужання.

Відносний лімфоцитоз – з'являється при інфекціях, що супроводжуються нейтропенією (черевний тиф, бруцельоз, грип). Як правило, абсолютне збільшення лімфоцитів спостерігається при туберкульозі, інфекційному моонуклеозі, хронічному лімфолейкозі, кори, краснусі, кашлюку, вітряній віспі.

Лімфоцитопенія – розвивається при лімфогрануломатозі, при променевій хворобі, важких формах туберкульозу.

Моноцитоз необхідно оцінювати в комплексі з іншими компонентами лейкоцитарної формули. Збільшення моноцитів в крові в більшості випадків свідчить про активацію імунних процесів. При запальних захворюваннях, що протікають з нейтропенією і еозинопенією, моноцитоз є лише відносним. Абсолютний моноцитоз з'являється при інфекційному мононуклеозі, малярії, тривалому септичному ендокардиті.

Моноцитопенія вказує на пригнічення імунітету, при важких гіпертоксичних формах інфекційних захворювань.

Для встановлення процентного співвідношення різних форм лейкоцитів між собою, або лейкоцитарної формули, треба взяти мазок крові (рис. 8).

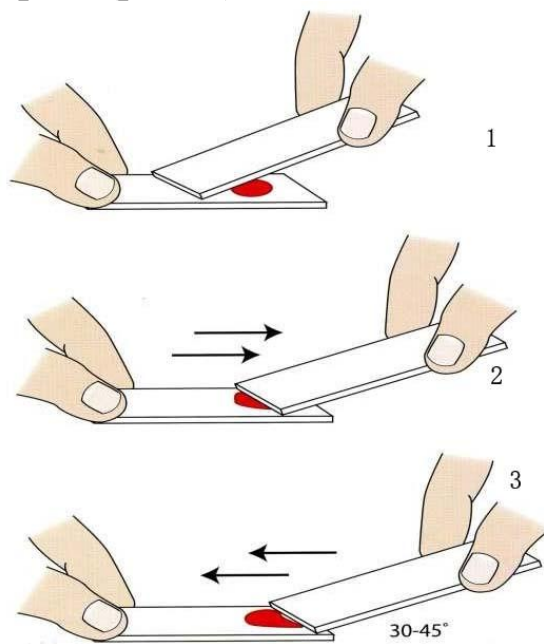


Рис. 8. Етапи приготування мазка крові для підрахунку лейкоцитарної формули

- 1- розташування предметного і шліфованого скла;
- 2- розташування краплини крові по краю шліфа;
- 3- пересування верхнього скла при виготовленні мазка;

Краплину крові нанести на край чистого знежиреного предметного скла. Зверху, під кутом 45° прикласти шліфоване скло так, щоб краплина крові потрапила всередину кута; при цьому кров розходить по краю шліфа. При пересуванні верхнього скла вперед краплина рівномірно розпливається по склу (рис. 8).

Мазок підсушити, нанести на мазок фіксатор (сольовий або метиловий спирт) на 3 – 5 хвилин (до висихання).

Поставити мазок на штатив і додати на поверхню мазка фарбу Романовського-Гімза, або занурити у контейнер з фарбою. Фарбувати протягом 30 хвилин (час фарбування залежить від температури

середовища, якості фарбника), промити проточною водою, просушити.

Після цього мазок годен для вивчення співвідношення різних форм лейкоцитів у крові.

Лейкоцити в залежності від щільності розподіляються в мазках крові нерівномірно: нейтрофіли, базофіли, еозинофіли – по периферії, ближче до країв; моноцити, лімфоцити – ближче до середини.

При підрахунку лейкоцитів використовують методи Шилінга, Філіпченко або підрахунок по середині мазка.

За Шиллінгом визначають кількість лейкоцитів у чотирьох ділянках мазка (чотирипільний метод). Всього в мазку підраховують 100-200 клітин.

Метод Філіпченко полягає в тому, що мазок подумки ділять на 3 частини: початкову, середню і кінцеву (трипільний метод). Підрахунок ведуть по прямій лінії поперек мазка від одного його краю до іншого. У кожній частині підраховують однакову кількість клітин. Всього враховують 100-200 лейкоцитів.

Перед початком роботи ознайомтеся з відеофільмом за посиланням:

<https://www.youtube.com/watch?v=P4qmxTK5tJw> – приготування мазка крові;

<https://www.youtube.com/watch?v=sReOVQt-Gbo> – підрахунок лейкоцитарної формули.

Хід роботи:

1. Мазок крові, забарвлений за Романовським-Гімзою, розташувати під мікроскоп з імерсійним об'єктивом (об. $\times 90$, окуляр $\times 10$) і підраховують різні форми лейкоцитів. Для цього на мазок попередньо нанести краплю імерсійного масла.
2. Лейкоцити розташовуються в мазку нерівномірно, тому підрахунок лейкоцитарної формули слід проводити як по краю, так і по середині мазка, пересуваючи його по звивистій лінії – «лінії меандру».
3. Підрахувати не менш ніж 200 клітин, а потім визначити відсоткове співвідношення окремих видів лейкоцитів.
4. Заповнити таблицю 2.

Показники лейкоцитарної формули

Загальна кількість (4-9) · 10 ⁹ /л	Лейкоцитарна формула, %							
	Гранулоцити						Агранулоцити	
	Еозинофіли	Базофіли	Нейтрофіли				Моноцити	Лімфоцити
			Метамієлоцити	Юні	Паличкоядерні	Сегментоядерні		
Відн. к-ть, %	1-5	0-1	0	0 – 1	1 – 5	45-70	2–10	20-40
Абс. к-ть, ·×10 ⁹ /л	0,05–0,4	0–0,09	0	0–0,09	0,05-0,4	2,0–5,0	15-0,5	1,8–3,0
№1								
№2								

5. Проаналізувати склад лейкоцитарної формули, порівняти з нормальними значеннями і зробити висновки щодо її особливостей.

Зміна лейкоцитарної формули в звичайних умовах може залежати від індивідуальних особливостей організму, їжі, часу доби і деяких інших чинників.

Робота 3. Визначення груп крові за системою АВ0

Обладнання та матеріали: набір сироваток крові, предметне та накривне скельце, планшет із нанесеними на нього позначками аглютинінів сироваток і спеціальними заглибленнями, спирт, вата, скарифікатор, донорська кров.

Об'єкт дослідження: кров людини

У мембранах еритроцитів людини містяться специфічні антигени, звані аглютиногени. У плазмі крові знаходяться антитіла, звані аглютинінами.

В системі груп крові АВ0 в еритроцитах знаходяться аглютиногени А і В, а в плазмі крові можуть перебувати аглютиніни альфа і бета.

У крові однієї людини ніколи не зустрічаються аглютиноген А і аглютинін альфа, аглютиноген В і аглютинін бета (рис. 9).

Зустріч А і альфа, або В і бета може статися тільки при переливанні крові. При цьому можуть виникнути значні ускладнення внаслідок реакції аглютинації (склеювання еритроцитів однойменними аглютинінами плазми).

Аглютиногени (антигени) – це складні поліцукридно-амінокислотні антигенні комплекси, вмонтовані у мембрани еритроцитів, а також інших клітин організму людини. Вони виявляються вже на 7-8-му тижні розвитку плода.

Аглютиніни (антитіла) мають білкову природу. Важливо, що в нормі у крові немає антитіл до власних антигенів за системою АВ0. Починаючи з 6-8- місячного віку, імунна система організму людини починає виробляти аглютиніни α і β до антигенів, яких немає в організмі.

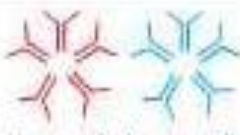
	Група 0	Група А	Група В	Група АВ
Тип еритроцитів				
Аглютиніни в плазмі крові	 Анти-А і анти-В	 Анти-В	 Анти-А	Відсутні
Аглютиногени еритроцитів	Відсутні	 А-антиген	 В-антиген	 А і В антигени

Рис. 9. Еритроцити з антигенами і антитіла плазми крові за системою АВ0

Аглютиногени А і α , а також В і β називаються однойменними. Аглютинація (склеювання) еритроцитів відбувається у тому випадку, коли еритроцити донора зустрічаються з однойменними аглютинінами реципієнта: А + α , В + β або АВ + $\alpha \beta$.

При переливанні крові між групами, в яких містяться однойменні аглютиногени й аглютиніни, в організмі реципієнта виникає реакція аглютинації – склеювання еритроцитів донорської крові, що може призвести до загибелі хворого (табл. 3).

Таблиця 3

Реакція аглютинації при змішуванні еритроцитів і сироваток різних груп

Аглютиногени еритроцитів	Аглютиніни сироваток				Група Крові
	$\alpha\beta$	β	α	0	
-	-	-	-	-	0, $\alpha\beta$ (I)
A	+	-	+	-	A, β (II)
B	+	+	-	-	B, α (III)
AB	+	+	+	-	AB (IV)

Примітка: «+» –аглютинація еритроцитів присутня; «-» – аглютинація відсутня.

Крім того, на мембрані еритроцитів кожної людини міститься також велика кількість інших ізоантигенів, які утворюють інші системи груп крові: MN, P, Lu (Лютеран), Кідд, Даффі та ін. На сьогодні відомо понад 400 ізоантигенів, з яких можна скласти понад 500×10^9 комбінацій, що набагато перевищує населення Земної кулі. Наведені числа вказують на те, що за винятком монозиготних близнюків на Землі не існує двох людей з імунологічно абсолютно ідентичною групою крові.

Антигенні властивості переважної більшості антигенів настільки слабкі, що вони не виявляються при переливанні крові. Їх потрібно враховувати при трансплантації органів, коли вони діють на імунну систему реципієнта протягом тривалого часу і можуть провокувати вироблення антитіл та відторгнення трансплантата. Саме тому підбір адекватного донора є однією з найскладніших проблем трансплантології.

Перед початком роботи ознайомтеся з відеофільмами за посиланням:

<https://www.youtube.com/watch?v=92N8tOtLYvs> – «Групи крові»

<https://www.youtube.com/watch?v=JLBli8fUYy0> – «Визначення груп крові».

Хід роботи:

1. На поверхню кожного заглиблення планшету відповідно до позначок нанести велику краплю стандартної сироватки відповідної групи (дві серії кожної групи в два ряди). Для взяття сироваток з ампул застосовують спеціальні скляні палички. Не можна допускати змішування сироваток.

2. В краплі стандартних сироваток I, II, III груп, що містять відповідно аглютиніни, нанести краплю тестованої крові (у 10 разів меншу за об'єм).
3. У кожній лунці чистими, окремими скляними паличками, обережно перемішати сироватку і кров.
4. Злегка похитуючи планшет протягом 5 хв, спостерігають за краплями. Аглютинація, якщо вона відбувається, помітна у формі дрібних червоних крупинок, що поступово збільшуються в розмірах на тлі суміші, що яснішає. За наявності аглютинації крапля стає прозорою, а еритроцити склеюються у вигляді грудочок.
5. На 4-й хвилині до кожної краплі, де спостерігається аглютинація, додати краплю фізіологічного розчину.
6. Група крові встановлюється залежно від наявності або відсутності аглютинації (рис. 10).
7. Записати отримані результати і зробити висновки.

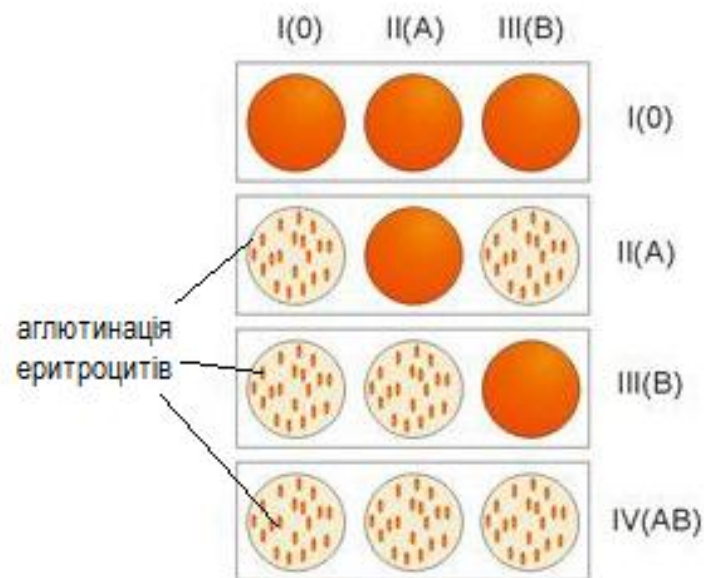


Рис. 10. Схема визначення груп крові при використанні 3-х стандартних сироваток (позначка у верхній частині рисунка)

Оцінка дослідження:

1. Якщо аглютинація не спостерігається в жодній із досліджуваних крапель, це свідчить про відсутність аглютиногенів у еритроцитах досліджуваної крові, отже, кров належить до групи I (0).

2. Якщо аглютинація сталася з сироватками I і III груп, які містять відповідно аглютиніни α - β і α , а сироватки II і IV груп дали

негативний результат, то еритроцити досліджуваної крові містять аглютиногени А, ця кров належить до II (А) групи.

3. Якщо аглютинація сталася з сироватками I і II груп, а сироватки III і IV груп дали негативний результат, то еритроцити досліджуваної крові містять аглютиноген В, кров належить до III (В) групи.

4. Якщо аглютинація сталася з сироватками I, II, III груп, які містять відповідно аглютиніни α - β , β та α , а сироватка IV групи дала негативний результат, то еритроцити досліджуваної крові містять як аглютиноген А, так і аглютиноген В. Отже, досліджувана кров належить до IV (AB) групи

Робота 4. Визначення резус-фактору крові людини експрес-методом

Обладнання та матеріали: набір сироваток крові для визначення резус-фактора, предметне та покривне скло, спирт, вата, скарифікатор, донорська кров.

Об'єкт дослідження: кров людини або донорська кров.

Серед аглютиногенів, що не входять в систему АВ0, найважливішим є резус-фактор (або резус-аглютиноген). Він міститься у 85 % людей (резус-позитивна кров); у 15 % людей він відсутній (резус-негативна кров).

Резус-фактор – це аглютиноген, точніше група антигенів (С, D, Е та ін.), серед яких найактивнішим є антиген D.

Якщо кров людини, яка містить резус-фактор, перелити людині, яка його не має, то у неї утворюються імунні антирезус–аглютиніни. Повторне введення такій людині резус-позитивної крові може привести до розвитку гематотрансфузійних ускладнень.

Відповідного антитіла анти-D-аглютиніну у резус-позитивних людей у крові немає. Однак немає його і у резус-негативних людей. Тому останні ніяк не реагують на перше переливання їм крові з Rh-позитивним D-антигеном. Проблеми виникають при повторних переливаннях, коли Rh-позитивні еритроцити донора стимулюють вироблення Rh-позитивних антитіл у крові Rh-негативного реципієнта. Цей процес відбувається досить повільно, протягом кількох місяців, і наступне переливання Rh-позитивної крові Rh-

негативній людині спричинює аглютинацію з відповідними наслідками.

Резус-конфлікт. Резус-фактор створює певні проблеми в акушерстві. Якщо в утробі Rh-негативної матері розвивається плід, який успадковує батьківський Rh-позитивний фактор, то в результаті може розвинутих резус-конфлікт. Якщо плацента працює нормально, то клітини плода, в тому числі еритроцити, до материнського кровотоку майже не потрапляють. А от якщо із плацентою проблеми, спостерігається «плацентарна недостатність», тоді кров'яні тільця плода проходять крізь плацентарний бар'єр у значній кількості, і викликають імунну відповідь з боку матері. Також якщо в організмі вагітної жінки раніше відбулася резус-ізоімунізація, то також утворюються IgG антитіла. Останні, як молекули малих розмірів, легко проникають крізь плацентарний бар'єр у кров плода, що може призвести до розвитку гемолітичної хвороби і навіть загибелі плода.

Як правило, перша вагітність проходить без ускладнень, але наступні, якщо не вжити спеціальних заходів, можуть становити загрозу життю плода.

Подібний імунологічний конфлікт може мати місце і в системі АВ0 у випадках гетероспецифічної вагітності – коли в крові плода наявний антиген, якого немає в крові матері.

Хід роботи:

1. На планшет нанести 1 краплю анти-D-моноклональних антитіл і 1 краплю досліджуваної крові у співвідношенні 10 : 1.
2. Змішати чистою скляною паличкою сироватку і досліджувану кров і спостерігати впродовж 2,5 хв.
3. В краплі крові з позитивними до Rh еритроцитами спостерігається аглютинація, наявність якої оцінюється візуально. Наявність аглютинації вказує на те, що зразок досліджуваної крові позитивний щодо резусу.
4. Якщо крапля суміші залишається рівномірно забарвленою і не спостерігаються ознаки аглютинації, досліджувана кров є негативною до резусу.
5. Записати отримані результати і зробити висновки.

Робота 5. Система гемостазу. Система зсідання і антикоагулянтні механізми. Показники гемостазу

Обладнання та матеріали: гострі ножиці, бавовняні кульки, спирт, фільтрувальний папір, предметне скло, скляна паличка або гостра частина скарифікатора, секундомер.

Об'єкт дослідження: кров щура

Під терміном «гемостаз» розуміють комплекс реакцій, спрямованих на зупинку кровотечі при травмі судин, але значення системи гемостазу набагато складніше і ширше. Фактори гемостазу беруть участь в збереженні рідкого стану крові, резистентності судинної стінки, впливають на інтенсивність репаративних процесів і ін.

Згортання крові відбувається зазвичай при кровотечі з судин в результаті взаємодії спеціальних білків, ферментів та інших речовин. У механізмі згортання крові беруть участь понад 40 компонентів.

Основними є три:

1. Тромбоцити;
2. Фермент протромбін (знаходиться в плазмі крові);
3. Білок фібриноген (розчинений в плазмі крові).

Протромбін і тромбопластин тромбоцитів є неактивними ферментами, тому в звичайних умовах кровотоку згортання крові не відбувається.

Процес згортання крові при пораненні судин дуже складний і зводиться в кінцевій стадії до того, що фібриноген плазми крові перетворюється на нерозчинний білок фібрин, який має волокнисту будову. В результаті цього і утворюється згусток крові, що складається з переплетених ниток фібрину, між якими знаходяться формені елементи крові.

Кров людини, що виділилася з організму, згортається через 3-4 хвилини. Висока температура прискорює згортання крові, на холоді ж воно різко сповільнюється.

Перед початком заняття перегляньте відеофільми за посиланнями:

<https://www.youtube.com/watch?v=4g7XOWmHs3A> – «Визначення згортання крові за Сухаревим»

<https://www.youtube.com/watch?v=m8nQ6jM57B4><https://www.youtube.com/watch?v=m8nQ6jM57B4> – «Визначення часу припинення кровотечі за Дьюком»

Хід роботи:

Визначення часу згортання крові за Моравіцем

1. Краплю крові, узятую з хвостової вени щура, нанести на предметне скло.
2. Через кожні 30 секунд занурювати в краплю крові тонку скляну паличку або гостру частину скарифікатора.
3. За допомогою секундоміра визначити момент появи першої фібринової нитки.
4. Зробити висновки.

Норма зсідання крові за цим методом – 5-6 хвилин.

Визначення тривалості кровотечі за Дьюком

1. Надрізати ножицями кінчик хвоста у щура. Відмітити по секундоміру час початку кровотечі.
2. Через кожні 30 сек знімати краплю крові, прикладаючи до неї по черзі новий сектор фільтрувального паперу.
3. Процедуру повторювати до повної зупинки кровотечі з ранки.
4. Відзначте, скільки секторів мають сліди крові. Враховуючи, що інтервал між різними пробами складає 30 секунд, визначте тривалість кровотечі і порівняйте її з нормою (2–4 хвилини). При проведенні роботи дотримувати правила: а) не давити на хвіст, що кровоточить; б) не видаляти першу краплю крові; в) не торкатися фільтрувальним папером ранки.
5. Зробити висновки.

Питання для самоперевірки рівня знань

1. На препараті мазка крові людини видно, що клітини не містять ядер. Назвіть ці клітини, яка їх функція?
2. На препараті мазка крові людини видно велику круглу клітину, цитоплазма якої забарвлена слабо базофільно та не містить специфічної зернистості, ядро світле, бобовидної форми. Назвіть цю клітину.
3. На препараті мазок крові людини. Видно: клітину з базофільною зернистістю, крізь яку проглядається слабо сегментоване ядро. Назвіть цю клітину.
4. У хворого взята кров для аналізу. Дані 1-го аналізу показують абсолютний вміст еритроцитів, лейкоцитів, тромбоцитів в 1 мм^3 . Дані 2-го аналізу – процентне співвідношення лейкоцитів крові. Як називають 1 і 2 формули?
5. У дитини глистяні інвазії. Які зміни в лейкоцитарній формулі слід очікувати?

6. В лейкоцитарній формулі хворого 45 % нейтрофілів. Як називається цей стан?
6. В експерименті на мишах в ранньому неонатальному періоді інгібували функцію тимуса. Який вид гемопоєзу порушиться?
7. В лейкоцитарній формулі хворого підвищений відсоток сегментоядерних нейтрофілів і зникли юні і паличкоядерні нейтрофіли. Як називається такий стан лейкоцитарної формули?
8. В лейкоцитарній формулі хворого підвищений відсоток юних і паличкоядерних форм нейтрофілів і зменшення вмісту сегментоядерних нейтрофілів. Як називається такий стан лейкоцитарної формули?
9. В організмі хворого почався гострий гнійний запальний процес. Які зміни можна очікувати в гемограмі?
10. В організм людини введений чужорідний білок. Які клітини крові забезпечать імунологічну відповідь?
11. У пробірку з клітинами крові введені мікроорганізми. В яких клітинах крові ми їх знайдемо?
12. У хворого при аналізі крові виявлено 10 % лімфоцитів. Як називається цей стан?
13. При аналізі крові виявлено знижений вміст гемоглобіну. Які функції крові при цьому порушуються?
14. При аналізі крові хворого виявлено різке зниження кількості еритроцитів. Як називається це явище і які функції крові при цьому зміняться?
15. Принцип розподілу крові людей на різні групи.
16. Фактори, які визначають несумісність крові різних людей.
17. Характеристика груп крові системи АВ0(Н). Поняття про антиген і антитіло, способи їх визначення.
18. Реакція аглютинації і чинники, що її визначають.
19. Структура і типи аглютиногенів, їх антигенна активність. Типи аглютининів системи АВ0.
20. Яка група крові внесена у краплі сироватки, якщо аглютинація відбулася в І-й та ІІІ-й краплях?
21. Яка група крові внесена у краплі сироватки, якщо аглютинація відсутня?
22. Яка група крові внесена у краплі сироватки, якщо аглютинація відбулася в усіх краплях.
23. Частота розповсюдженості груп крові системи АВ0.

24. Які системи груп крові Вам ще відомі?
25. Характеристика системи резус-фактор. Типи Rh-антигена, їх антигенна активність. Rh-аглютиніни. Методи його визначення.
26. Розкрийте фізіологічні основи переливання крові.
27. Умови конфлікту за резус-фактором між організмом матері і плоду.
28. Кількість і функції тромбоцитів.
29. Поняття про систему згортання крові, її фізіологічна роль.
30. Плазмові чинники згортання крові.
31. Судинно-тромбоцитарний гемостаз, його механізми фази.
32. Коагуляційний гемостаз, його механізми, фази.
33. Роль ендотелію судинної стінки в регуляції гемостазу і фібринолізу. Механізм процесу фібринолізу.
34. Дайте пояснення, які речовини відносяться до антикоагулянтів, коагулянтів?
35. Регуляція згортання крові. Фактори, які впливають на згортання крові, їх значення.
36. Фактори, які уповільнюють згортання або запобігають згортанню крові поза організмом, їх значення.
37. Розвиток системи згортання крові у дітей.
38. Вікові зміни функції гемостазу людей різного віку.

Тестові завдання для самоконтролю рівня знань

1. Аглютиногени знаходяться в:

- A. Плазмі
- B. Лейкоцитах
- C. Тромбоцитах
- D. Еритроцитах

2. Резус-антиген входить до складу

- A. Плазми
- B. Лейкоцитів
- C. Тромбоцитів
- D. Еритроцитів

3. Для протікання гемо-коагуляції необхідна наявність в крові:

- A. Натрію
- B. Калію
- C. Кальцію
- D. Фтору

4. Протромбін утворюється в

- A. Червоному кістковому мозку

B. Еритроцитах

C. Печінці

5. Сукупність фізіологічних процесів, що забезпечують зупинку кровотечі, називається.

- A. Плазмоліз
- B. Фібриноліз
- C. Гемолізом
- D. Гемостазом

6. У процесах саморегуляції констант внутрішнього середовища кров є ланкою

- A. Нервовою
- B. Рецепторною
- C. Зовнішньою
- D. Гуморальною

7. У люд'ини після операції через 5 днів нагниває післяопераційна рана. Які, в основному, лейкоцити знаходяться в рані, якщо в ній кисле середовище?

- A. Еозинофіли
- B. Лімфоцити
- C. Нейтрофіли
- D. Моноцити
- E. Базофіли

8. У людини 20 років підвищена температура тіла до 38,5 °С, виявлений лейкоцитоз. Який різновид лейкоцитів виділяє біологічно активну речовину, циркуляція якої в крові супроводжується підвищенням температури?

- A. Лімфоцити
- B. Базофіли
- C. Еозинофіли
- D. Нейтрофіли
- E. Моноцити

9. Основна роль лейкоцитів:

- A. Транспорт вуглекислого газу
- B. Транспорт кисню
- C. Захисна
- D. Забезпечення гемостазу
- E. Забезпечення фібринолізу

10. Глистяна інвазія супроводжується:

- A. Нейтрофільним лейкоцитозом
- B. Базофілією
- C. Еозинофілією
- D. Моноцитозом
- E. Лімфоцитозом

11. «Діapedез» - це термін, що стосується:

- A. Міграції нейтрофілів із кров'яного русла

B. Специфічного дослідження крові

C. Гальмування продукції антитіл

D. Схильності до алергічних реакцій

E. Згортання крові

12. Який можливий результат у разі неправильного вибору і змішування донорських еритроцитів з плазмою реципієнта?

A. Відсутність аглютинації

B. Аглютинація еритроцитів донора

C. Гемоліз еритроцитів

D. Аглютинація еритроцитів реципієнта

E. Агрегація тромбоцитів

13. Який можливий результат у разі змішування донорських еритроцитів групи I (0) з плазмою реципієнта групи III (B)?

A. Аглютинація еритроцитів донора

B. Відсутність аглютинації

C. Гемоліз еритроцитів

D. Аглютинація еритроцитів реципієнта

E. Агрегація тромбоцитів

Відповіді:

1. D; 2. D; 3. C; 4. C; 5. D; 6. D;
7. C; 8. E; 9. C; 10. C; 11. A; 12. B;
13. B.

Ситуаційні завдання:

1. Поясніть, які зміни у складі крові можуть спостерігатися під час запальних процесів і чому?

2. У новонародженої дитини в 1 л крові виявлено 20 млн. лейкоцитів. Поясніть, чи здорова вона?

3. У лейкоцитарній формулі дитини виражене зрушення вліво, у бік молодих форм нейтрофілів. Чи обов'язково це пов'язано з наявністю запального процесу в організмі дитини?

4. Наведіть приклад аналізу крові, за яким можна зробити такий висновок: лейкопенія, зрушення лейкоцитарної формули вліво, базофілія.

5. Обстежуваний Т. (45 років), за професією рентгенотехнік, надійшов до клініки з підозрою на хронічну променеву хворобу. За аналізами крові: Нb – 117 г/л; Ер – $3,2 \times 10^{12}$ /л; КП – 1,0; лейкоцити – $2,5 \times 10^9$ /л; базофіли – 0; еозинофіли – 1 %; тромбоцити – 75×10^9 /л, ШОЕ – 16 мм/год. Поясніть:

1) Чим відрізняються показники крові данного пацієнта від показників норми?

2) Чи може дана картина крові бути наслідком дії на організм іонізуючого випромінювання?

6. Чи можна розрахувати процентний вміст лімфоцитів, якщо відома загальна кількість лейкоцитів і абсолютна кількість лімфоцитів у 1 л крові? Наведіть приклад розрахунків.

7. Під час профілактичного огляду жінки 27 років з'ясувалося, що у неї почали з'являтися невеликі крововиливи після незначних ударів, чого раніше не спостерігалось. Себе вважає здоровою, а даний стан пояснює «жорсткою дієтою», якої вона почала дотримуватися. Під час ретельнішого дослідження з'ясувалося, що з раціону харчування повністю виключені жири. Після консультації дієтолога постало питання про дефіцит вітамінів, особливо відмічається недостатність жиророзчинних вітамінів, зокрема вітаміну К. Захворювання у родичів немає, шкідливих факторів на роботі та у місці мешкання немає. Поясніть:

1) Порушення якої функції крові можливе при дефіциті вітаміну К і чому?

2) Які аналізи крові Ви призначите, аби підтвердити Ваші припущення?

3) Якими будуть Ваші рекомендації в даному випадку і чому?

8. У людини алкогольний цироз печінки. Поясніть, чи можна чекати порушення часу згортання крові у цієї людини і чому?
9. Поясніть, чому за умов гострого психічного стресу може статися інфаркт міокарда.
10. Поясніть, чому за наявності в судинах атеросклеротичного процесу підвищується ймовірність утворення тромбу всередині судини?
11. У стаціонар «Швидкої допомоги» доставлений чоловік 43 років зі скаргами на стисний біль за грудниною, відчуття серцебиття. Відмічаються задишка, генералізована слабкість, відчуття тривоги і страху. Біль не знімається нітрогліцеріном, шкірні покриви бліді, пульс слабкого наповнення, АТ – 90/50 мм рт. ст., ЧД – 25 /хв. Аналіз крові на час надходження: Нв – 121 г/л; Ер – $4,7 \times 10^{12}$ /л; КП – 0,7; лейкоцити – 18×10^9 /л; ШОЕ – 11 мм/год. Аналіз крові через 4 дні: лейкоцити 15×10^9 /л; ШОЕ – 25 мм/год. Поясніть:
- 1) Які зміни з боку крові наявні у хворого?
 - 2) Яка причина зміни ШОЕ протягом 4 днів?
 - 3) Які фактори впливають на величину ШОЕ?

Відповіді на ситуаційні завдання

1. За умов запальних процесів у периферичній крові збільшується кількість глобулінів, фібриногену, лейкоцитів, оскільки вони беруть участь у захисних реакціях організму під час потрапляння в нього чужорідних мікроорганізмів.
2. Дитина здорова.
3. Ні, оскільки зрушення вліво лейкоцитарної формули у здорових дітей пов'язане з більшою, ніж у дорослих, швидкістю продукції клітин білого ряду в кістковому мозку.
4. Ер $4,5 \times 10^{12}$ /л; ретикулоцити – 0,1 %; Нв – 190 г/л; КП – 0,9; Нт – 43 %; ШОЕ – 10 мм/год; Тр – 245×10^9 /л, лейкоцити – $2,5 \times 10^9$ /л. Лейкоцитарна формула даної крові: еозинофілів – 4 %; базофілів – 1,2 %; юних нейтрофілів – 9 %; паличкоядерних нейтрофілів – 10 %; сегментоядерних нейтрофілів – 32 %; лімфоцитів – 32 %; моноцитів – 8 %.
5. 1) Показники крові даного пацієнта від показників норми відрізняються за зниженням кількості Л (лейкопенія) і Тр (тромбопенія), показник ШОЕ вищий за норму (прискорене ШОЕ).
- 2) Враховуючи той факт, що професія пацієнта пов'язана з іонізуючим випромінюванням, дана картина крові може бути

наслідком дії на організм шкідливого фактора (іонізуючого випромінювання). За цих умов можливе пригнічення продукції лейкоцитів і тромбоцитів, що призведе до порушення захисної функції крові: імунної та згортальної.

6. Вміст лейкоцитів 7×10^9 відповідає 100 %, вміст лімфоцитів $1,5 \times 10^9$ /л відповідає 21 %.

7. 1) За умов дефіциту вітаміну К знижена продукція вітамін-К-залежних факторів згортання крові (в першу чергу — протромбіну). Це порушує процес згортання, що виявляється в умовах незначного дефіциту.

2) У даній ситуації необхідно призначити аналізи, що дозволяють оцінити здатність крові згущуватися.

3) Рекомендувати даній пацієнтці включити в раціон харчування тваринні та рослинні жири, які сприяють всмоктуванню вітаміну К у товстій кишці.

8. У цієї людини можна чекати порушення процесу згортання крові, оскільки за умов цирозу порушуються функції печінки, яка бере участь у продукції багатьох факторів згортання крові. Час згортання повинен зростати.

9. Стрес супроводжується різким збудженням симпатичної нервової системи, збільшенням кількості адреналіну, що супроводжується підвищенням здатності крові згущуватися. Останнє може призвести до тромбозу коронарних судин, особливо на тлі їх сильного спазму.

10. Атеросклеротичні бляшки роблять поверхню судин жорсткішою, змінюють її властивості. Це підвищує ймовірність руйнування тромбоцитів і еритроцитів, що є поштовхом до початку процесу гемокоагуляції.

11. 1) З боку крові у людини є такі зміни: на час надходження до клініки — підвищення кількості Л (лейкоцитоз); через 4 дні — лейкоцитоз і прискорене ШОЕ.

2) Зміна ШОЕ протягом 4 днів викликана тим, що за цей час у крові змінилося співвідношення білкових фракцій плазми у бік збільшення високомолекулярних білків, що спричинило збільшення (прискорення) ШОЕ.

3) На величину ШОЕ впливають: кількісне співвідношення білків плазми крові, рівень Ер, в'язкість крові, рН, температура та ін.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 5. СИСТЕМА КРОВООБІГУ

Серце – порожнистий м'язовий орган, який виконує насосну функцію, тобто переганяє кров з венозної судинної системи в артеріальну, тому серце є центральним органом системи кровообігу.

Властивості серцевого м'яза:

1. Збудливість – здатність відповідати збудженням на подразнення.
2. Скоротливість – здатність скорочуватись.
3. Провідність – здатність проводити збудження.
4. Рефрактерність – наявність періоду відсутності збудливості.
5. Автоматія – здатність скорочуватись під дією імпульсів, які виникають у провідній системі серця.

Види м'язових клітин у серці:

- кардіоміоцити робочого міокарда;
- атипові специфічні ембріональні міоцити провідної системи серця.

Кардіоміоцити становлять основну м'язову оболонку серця, забезпечують викид крові з порожнин серця.

Атипові специфічні міоцити становлять провідну систему серця, в якій є вузли і пучки. В атипових серцевих міоцитах виникають імпульси, які розповсюджуються по провідній системі серця.

Мембранний потенціал спокою кардіоміоцитів становить 90 мВ. Підтримується, головним чином, завдяки виходу іонів K^+ .

В основі розвитку ПД кардіоміоцитів, як і клітин скелетних м'язів, лежать зміни іонної проникності мембрани для іонів Na^+ , K^+ . Однак, на відміну від мембран скелетних м'язових міоцитів в мембранах клітин серцевого м'язу під час формування фази реверсії в них активуються потенціалзалежні повільні Ca^{2+} -канали, через які у клітину надходять іони Ca^{2+} , що призводить до повільної реполяризації, тобто до тривалого утримування мембрани в деполяризованому стані – формування фази плато. Остаточна реполяризація мембрани відбувається внаслідок закриття Ca^{2+} -каналів та виходу K^+ через різні K^+ -канали. Далі починає працювати Na^+ - K^+ насос, викачуючи Na^+ і повертаючи K^+ у клітину (рис. 11).

Як і в інших збудливих тканинах, зміни концентрації K^+ в позаклітинному середовищі впливають на мембранний потенціал спокою серцевого м'яза, тоді як зміни концентрації Na^+ – впливають на формування потенціалу дії.

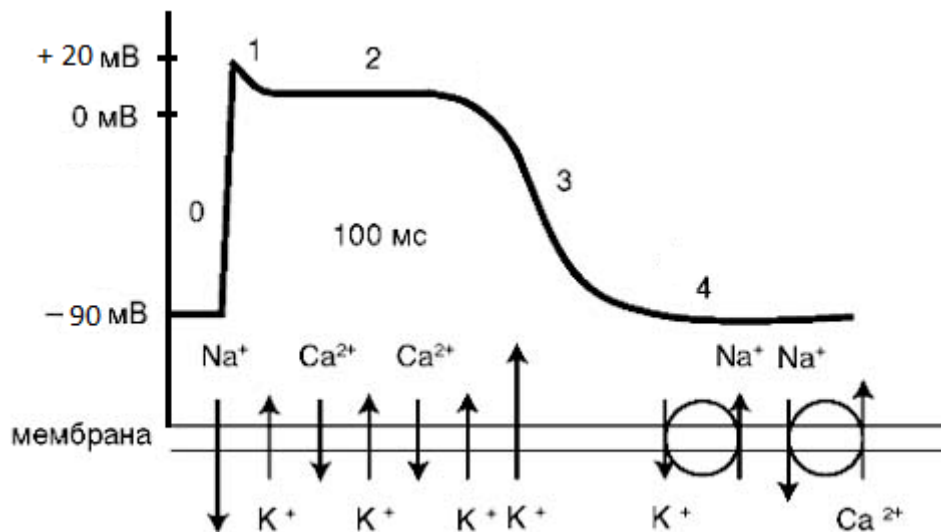


Рис. 11. Потенціал дії серцевого кардіоміоцита та потоки іонів

0 – фаза швидкої деполаризації; 1 – фаза швидкої початкової реполяризації; 2 – фаза «плато»; 3 – фаза остаточної реполяризації; 4 – фаза повного відновлення потенціалу спокою

Сила серцевих скорочень не залежить від сили збудника. Тобто серце або скорочується максимально, або взагалі не відповідає скороченням на подразнення малої сили. Це закон «все або нічого».

Рефрактерність серця – це процес, під час якого серцевий м'яз втрачає здатність відповідати новим збудженням на додаткове подразнення.

Абсолютна рефрактерність триває 0,27 с. Вона практично співпадає з фазою плато і зумовлена інактивацією Na^+ -каналів при одночасній активації потенціал залежних Ca^{2+} -каналів. Завдяки тривалій рефрактерності серцевий м'яз працює в режимі одиночних скорочень, а не тетанічних, як скелетний м'яз.

Відносна рефрактерність триває 0,03 с. Під час відносної рефрактерності серцевий м'яз здатний відповісти збудженням тільки на дуже сильне надпорогове подразнення

Провідна система серця утворена атиповими специфічними ембріональними міоцитами (рис. 12).

Синоатріальний вузол Кіс-Фляка (s-a вузол) розташовується під епікардом правого передсердя між устями порожнистих вен і вушком правого передсердя. Від вузла відходять пучки Бахмана (до вушка лівого передсердя), Венкебаха і Торела (до a-v вузла Ашоффа - Тавара).

Атріовентрикулярний вузол Ашоффа-Тавара (a-v вузол) міститься під ендокардом правого передсердя поблизу від a-v перегородки.

Пучок Гіса починається від a-v вузла, проходить крізь фіброзну a-v перегородку. Це єдине місце, де м'язи передсердь пов'язані з м'язами шлуночків, і де збудження від передсердь переходить до шлуночків. Пройшовши a-v перегородку, пучок Гіса потрапляє на міжшлуночкову м'язову перегородку і ділиться на дві ніжки. Права і ліва ніжки йдуть по лівій і правій сторонах міжшлуночкової перегородки під ендокардом шлуночків до верхівки серця і тут розпадаються на волокна Пуркінє.

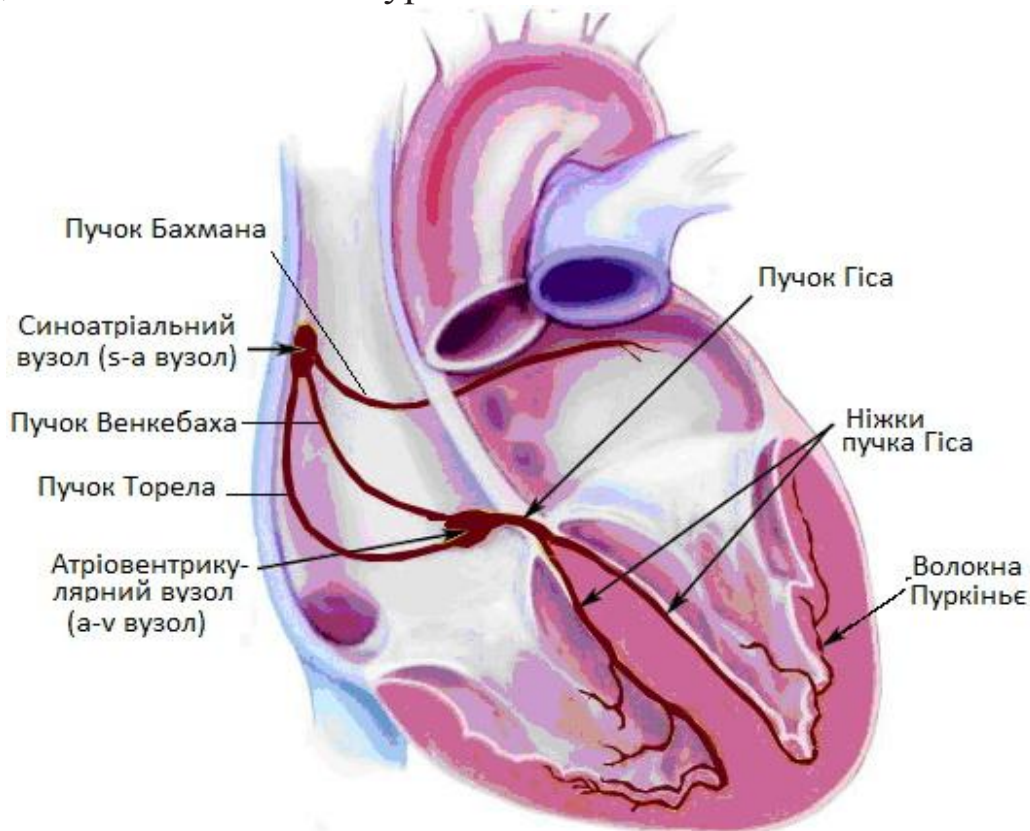


Рис. 12. Провідна система серця

Волокна Пуркінє безпосередньо контактують з клітинами робочого міокарда.

Волокна провідної системи і волокна Пуркінє мають здатність до автоматизму завдяки спонтанній повільній діастолічній деполяризації. Ступінь автоматії різних відділів провідної системи різний, тому має місце градієнт автоматії, суть якого полягає в тому, що чим нижче розташований відділ провідної системи, тим нижчий

ступінь автоматії: ступінь автоматії s-a вузла – 60-80; a-v вузла – 40-45; пучка Гіса – 30-35 імпульсів в сек.

Заняття 10. ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СЕРЦЯ ТА МЕХАНІЗМІВ РЕГУЛЯЦІЇ СЕРЦЕВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Ціль заняття: Розглянути фізіологічні властивості серцевого м'яза, що забезпечують нормальну насосну функцію серця. Трактувати автоматію як необхідну умову для забезпечення насосної функції серця.

Опанувати практичні навички: визначення збудливості, скоротливості, автоматії серцевого м'язу; механізмів регуляції його діяльності.

Мати знання про: будову серця; особливості серцевого м'яза; властивості збудливих тканин; механізм формування потенціалів дії кардіоміоцитів та клітинах синусноатріального вузла; будові провідної системи серця людини; біоелектричні явища.

Питання для підготовки до заняття:

1. Фізіологічні властивості міокарда.
2. Збудливість серцевого м'язу, її характеристика.
3. Характеристика ПД кардіоміоцитів.
4. Періоди рефрактерності, їх значення.
5. Співвідношення у часі ПД кардіоміоцитів і поодинокого скорочення міокарда. Роль Ca^{2+} .
6. Скоротливість, її характеристика. Закон серця Франка – Старлінга. Фактори, що його обмежують.
7. Автоматія серця, її докази.
8. Градієнт автоматії. Блокади серця, їх характеристика.
9. Вплив температури на різні відділи серця.
10. Провідна система серця людини. Послідовність і швидкість проведення збудження.
11. Механізм виникнення збудження у провідній системі серця. ПД синоатріального вузла, його роль.
12. Гуморальна регуляція серця. Вплив гормонів (адреналіну і тироксину), електролітів (Ca^{2+} і K^{+}), медіаторів (ацетилхоліну та норадреналіна) та інших гуморальних факторів на параметри діяльності серця. Механізми цих впливів.

13. Нервова регуляція серця. Морфологічні особливості парасимпатичної і симпатичної іннервації серця. Характер парасимпатичних і симпатичних впливів на його діяльність, їх механізми і відносний антагонізм.
14. Зовнішні прояви діяльності серця – механічні, звукові, електричні.
15. Причини виникнення електричних потенціалів під час роботи серця.
16. Відведення ЕКГ (стандартні, посилені від кінцівок, грудні).
17. Характеристика нормальної ЕКГ (тривалість інтервалів і сегментів, амплітуда зубців).

Робота 1. Зміна збудливості серцевого м'яза в різні фази циклу серця. Екстрасистола (віртуальна лабораторна робота)

Обладнання та матеріали: комп'ютер з встановленою програмою LuPraFiSim. Віртуальна експериментальна модельна установка (рис. 13) складеться з стимулятора, який генерує електричні імпульси; посилювача, який реєструє механічні коливання серця; штативу, в якому закріплено серце; пристрою, який зволожує серце розчином Рінгера.

Для роботи у «Віртуальній фізіології» необхідно встановити програму за посиланням: <http://www.ukraineprojekt.de/download.html?n=238>

Об'єкт дослідження: серце жаби

Збудливість серцевого м'яза змінюється циклічно відповідно фазам серцевого циклу: під час систоли збудливість відсутня, під час діастолі – максимальна.

При нанесенні позачергового подразнення в період відносної рефрактерної фази, м'яз серця може відповісти позачерговим скороченням, яке зветься **екстрасистою**. Після екстрасистоли шлуночка подовжується час його діастолі (компенсаторна пауза). Механізм її виникнення зв'язаний з тим, що черговий імпульс, який зародився в синусному вузлі, приходить у шлуночок тоді, коли він знаходиться у фазі абсолютної рефрактерності і тому не відповідає на цей імпульс.

Отримати графічне зображення скорочення віртуального серця жаби в нормальному стані. За допомогою електрода впливати електричним подразником спочатку в період систолічного скорочення, а потім в період діастолі, отримати графічне зображення скорочення серця.

Хід роботи

1. Зареєструвати скорочення серця жаби у нормальному стані.
2. Натиснувши на кнопку «стимул» нанести подразник на серце жаби в період його систоли.
3. Зареєструвати скорочення серця жаби при подразненні у період скорочення серця.

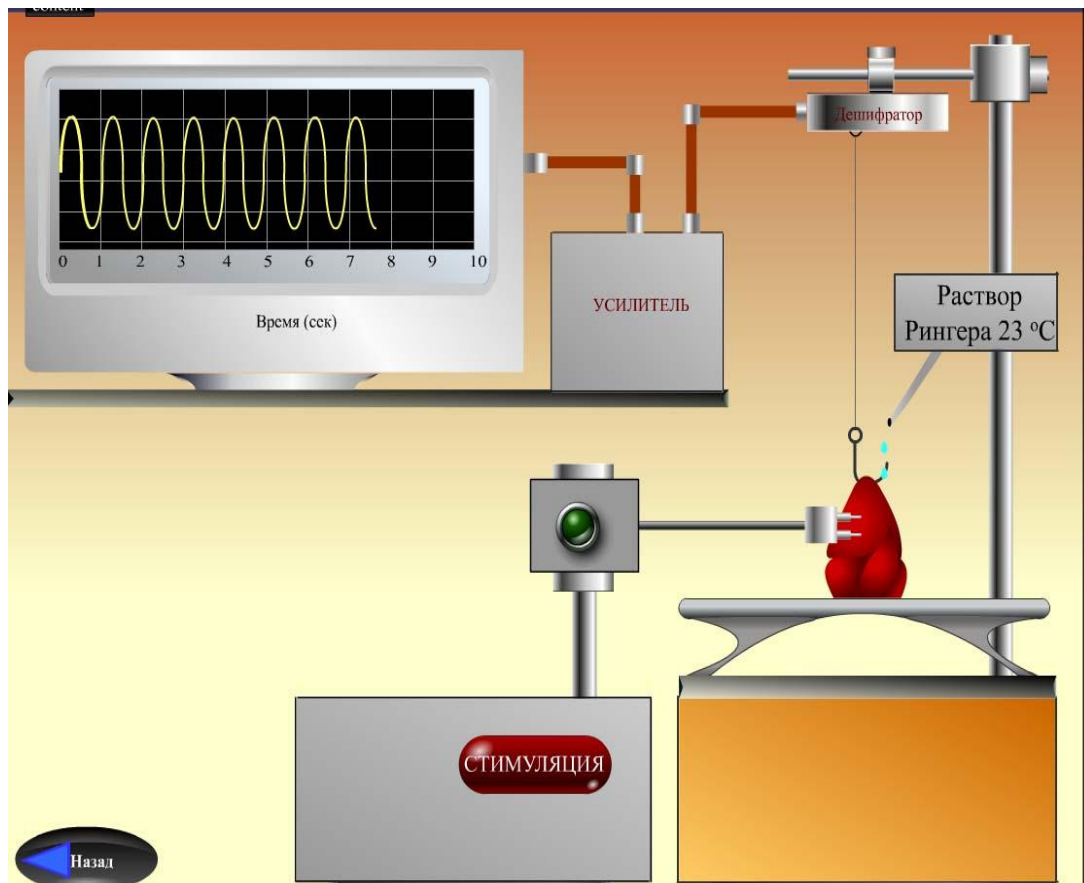


Рис. 13. Віртуальна установка по вивченню фізіологічних властивостей м'яза серця жаби

4. Натиснувши на кнопку «стимуляція» нанести подразник на серце жаби в період його діастолі.
5. Зареєструвати скорочення серця жаби при подразненні у період розслаблення м'яза серця. Відмітити наявність екстрасистоли.
6. Намалювати кінограму скорочень серця (рисунок з монітора).

7. Оформити висновок:

- Надати пояснення, чому при нанесенні подразнень в різні періоди серцевого циклу спостерігаються різні відповідні реакції серця на подразнення.
- Пояснити механізм формування екстрасистоли.
- Пояснити механізм формування компенсаторної паузи.
- Описати біологічне значення наявності тривалого періоду рефрактерності у серцевому м'язі.

Робота 2. Нейро-гуморальна регуляція серцевої діяльності

Обладнання та матеріали: комп'ютер з встановленою програмою LuPraFiSim. Віртуальна експериментальна модельна установка складеться з пристрою, який реєструє механічні коливання серця; штативу, в якому закріплено серце; пристрою, який зволожує серце розчином Рінгера; склянками з розчинами ацетилхоліну, адреналіну і солей (калію і кальцію)

Об'єкт дослідження: серце жаби

Гуморальна регуляція полягає в тому, що в крові є численні гуморальні фактори, які можуть міняти, як силу, так і частоту серцевих скорочень.

Відомо, що адреналін, впливає безпосередньо на серцевий м'яз через клітинні системи регуляції (цАМФ, кальцієву систему); він збільшує як силу, так і частоту скорочень.

До речовин, що підсилюють діяльність серця, відносяться також гормони щитовидної залози: тироксин і трийодтиронін, які збільшують частоту скорочень серця. Відомо, що гіпертиреоз завжди викликає тахікардію (прискорене серцебиття).

Стимуляторами серцевої діяльності є також глюкокортикоїди – гормони коркового шару надниркових залоз, втак як вони підвищують активність катехоламінів (адреналіну)

В основі дії парасимпатичних блукаючих нервів і їх медіатора ацетилхоліну лежить висока мембранна проникність серцевого м'яза для іонів калію. Це перешкоджає розвитку деполяризації мембран в провідній системі серця, так як збільшення виходу іонів калію протидіє входу току кальцію.

Хід роботи:

1. Записати кардіограму при перфузії серця розчином Рінгера.
2. Записати кардіограму при перфузії ізольованого серця розчином, в якому немає кальцію (розчин оксалат амонія).
3. Записати кардіограму при перфузії ізольованого серця розчином хлориду кальція.
4. Записати кардіограму при перфузії ізольованого серця розчином хлориду калія.
5. Записати кардіограму при перфузії ізольованого серця розчином адреналіна.
6. Записати кардіограму при перфузії ізольованого серця розчином ацетилхоліна.
7. Зарисувати кімограму скорочень серця при різних впливах на серце хімічними речовинами (рисунок з монітора).
8. Оформити висновок:
 - Зарисувати і надати пояснення щодо зміни характеру кардіограми серця жаби під впливом розчину, в якому немає кальцію.
 - Зарисувати і надати пояснення щодо зміни характеру кардіограми серця жаби під впливом розчину хлориду кальція.
 - Зарисувати і надати пояснення щодо зміни характеру кардіограми серця жаби під впливом розчину хлориду калія.
 - Зарисувати і надати пояснення щодо зміни характеру кардіограми серця жаби під впливом розчину ацетилхоліна.
 - Зарисувати і надати пояснення щодо зміни характеру кардіограми серця жаби під впливом розчину адреналіну.

Робота 3. Вплив подразнення вагосимпатичного нерва на діяльність серця жаби

Обладнання та матеріали: комп'ютер з встановленою програмою LuPraFiSim. Віртуальна експериментальна модельна установка складеться з пристрою, який генерує електричні імпульси; пристрою, який реєструє механічні коливання серця; штативу в якому закріплено серце; пристрою, який зволожує серце розчином Рінгера.

Об'єкт дослідження: серце жаби

Нервова регуляція здійснюється вегетативною (автономною) нервовою системою. Роботу серця контролюють серцеві центри довгастого мозку і моста через парасимпатичні і симпатичні волокна.

Прегангліонарні **симпатичні волокна** серця йдуть від бічних рогів верхніх грудних сегментів спинного мозку. Під впливом симпатичної іннервації збільшується сила скорочень передсердь і шлуночків (позитивний інотропний ефект), зростає ЧСС (позитивний хронотропний ефект), коротшає інтервал між скороченнями передсердь і шлуночків (позитивний дромотропний ефект).

Прегангліонарні **парасимпатичні волокна** серця проходять в складі блукаючого нерва з обох сторін, впливаючи на ЧСС і провідну функцію. Під впливом парасимпатичної іннервації зменшується сила скорочень передсердь (негативний інотропний ефект), знижується ЧСС (негативний хронотропний ефект), збільшується передсердно-шлуночкова затримка проведення (негативний дромотропний ефект).

Хід роботи:

1. Отримати графічне зображення ізольованого серця жаби у нормальному стані.
2. Натиснувши на кнопку «стимул» нанести подразник на серце жаби протягом 2-3 сек електричним струмом високої частоти.
3. Спостерігати зміну ЧСС до зупинки серця.
4. Нанести електричне подразнення впродовж більш тривалого часу.
5. Спостерігати вихід (ухиляння) серця з-під дії блукаючого нерва.
6. Зареєструвати частоту скорочень серця на тлі дії блукаючого нерва.
7. Зарисувати кімограму скорочень серця на тлі короткочасної і тривалої дії блукаючого нерва.
8. Оформити висновки:
 - пояснити механізм дії подразнення блукаючого нерва на силу і частоту серцевих скорочень;
 - пояснити механізм ухиляння серця від тривалої дії подразнення блукаючого нерва.

Робота 4. Дослідження провідної системи серця жаби

Обладнання та матеріали: комп'ютер з встановленою програмою LuPraFiSim. Віртуальна експериментальна модельна

установка складеться з пристрою, який генерує електричні імпульси; пристрою, який реєструє механічні коливання серця; штативу в якому закріплено серце; пристрою, який зволожує серце розчином Рінгера.

Об'єкт дослідження: серце жаби

Серце здатне ритмічно скорочуватися під дією імпульсів, що виникають у ньому самому. Цю властивість називають автоматією, і зв'язана вона з атипічною мускулатурою серця – його провідною системою. Провідна система серця розповсюджує збудження з однієї ділянки серця до другої.

Атипічна мускулатура розташована в різних відділах серця і наділена різним ступенем автоматії. У жаби розрізняють такі відділи (рис. 14):

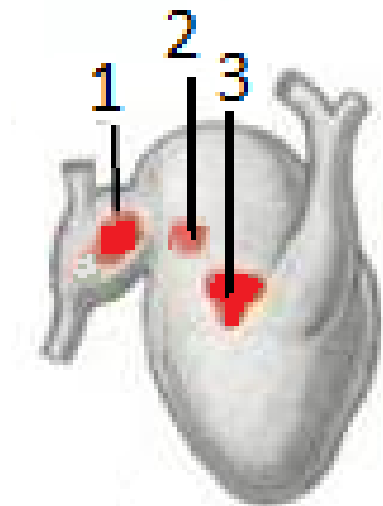


Рис. 14. Розташування вузлів автоматії у серці жаби:

1 – вузол Ремака, 2 – вузол Людвига, 3 – вузол Біддера

Вузол Ремака – розташований між венозним синусом і передсердям (наділений найбільшою автоматією і є водієм ритму);

Вузол Людвига – кардіо-інгібуючий вузол, розташований в міжпередсердній стінці;

Вузол Біддера – кардіо-збуджуючий, розташований на межі із шлуночком, від нього відходять волокна атипічної мускулатури (волокна Пуркінє);

До початку роботи ознайомтеся з методикою накладання Лігатур Станіуса

https://www.youtube.com/watch?v=0Y67O-GP6G8&ab_channel=SPbGPMUPhysiology

Хід роботи

1. На віртуальному серці жаби простежити періодичність скорочень венозного синуса, передсердь і шлуночка серця. Підрахувати частоту скорочень різних відділів серця.
2. Накласти лігатуру на межі між венозним синусом і передсердям. Відокремити вузол Ремаку від іншої частини серця. Підрахувати частоту скорочень різних відділів серця (рис. 15).
3. Накласти лігатуру на межі між передсердям і шлуночком. Подразнювати вузол Біддера. Підрахувати частоту скорочень різних відділів серця.
4. Накласти третю лігатуру на верхівку шлуночка. Підрахувати частоту скорочень різних відділів серця.
5. Знести дані у таблицю:

Таблиця 4

Зміна частоти скорочень різних відділів серця жаби при накладанні лігатур Станніуса

Лігатури	Частота скорочень		
	Передсердя	Шлуночок	Верхівка шлуночка
Вихідні данні			
Перша			
Друга			
Третя			

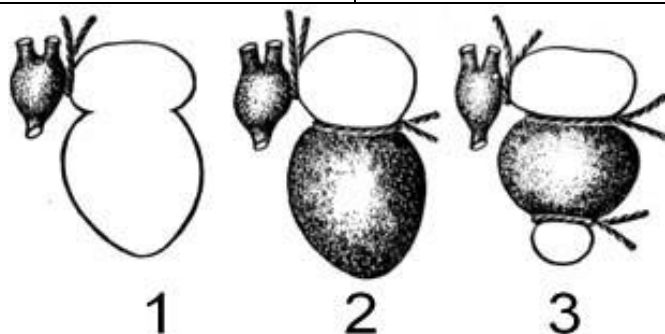


Рис. 15. Вплив лігатур Станніуса на скоротливу функцію різних відділів серця жаби

1 - перша лігатура; 2 –перша і друга лігатура; 3 – перша, друга і третя лігатури (темним кольором позначені ділянки серця, які скорочуються після накладання лігатур)

6. Зробити висновки:

- Пояснити, що таке градієнт автоматії.

- Пояснити причину наявності градієнту автоматії.
- Пояснити зміну ступеню автоматії за ходом провідної системи.

Робота 5. Реєстрація та аналіз електрокардіограми

Обладнання та матеріали: електрокардіограф, 3 % розчин NaCl, марлеві серветки, спирт, вата, ножиці.

Об'єкт дослідження: людина.

У процесі діяльності серця з'являється ряд фізичних явищ, які отримали назву – зовнішні прояви діяльності серця. Дослідження цих явищ дозволяє робити висновки про функціональний стан серця у цілому та про окремі боки його діяльності.

Велике значення при вивченні функціонального стану серцево-судинної системи мають: 1) тони серця, 2) механічні рухи при скороченні, 3) рухи крові по порожнинах та судинах, 4) біоелектричні явища. Ці показники дають кількісну та якісну характеристику його функцій та широко використовуються у клінічній практиці.

Біоелектричні явища серця реєструють за допомогою **методу електрокардіографії**. Графічна реєстрація біопотенціалів серця має назву електрокардіограма.

Електрокардіограма – це крива, яка періодично повторюється і відображає виникнення і розповсюдження збудження по серцю, протягом часу (рис. 16).

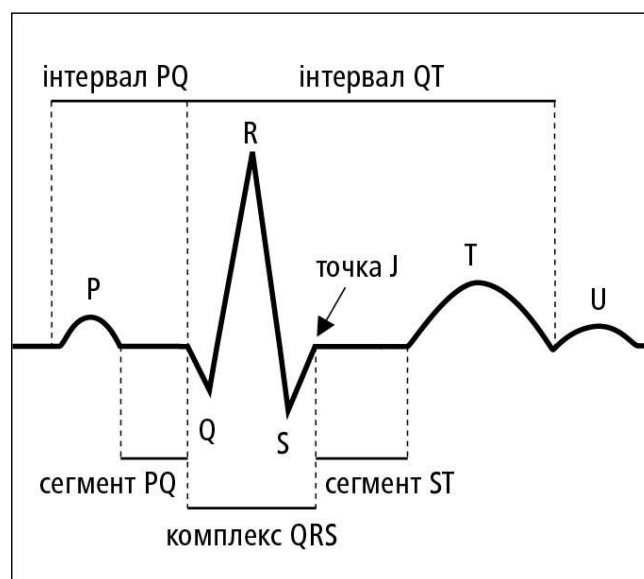


Рис. 16. Графічний запис одного електрокардіографічного циклу

Зубець Р відображає процес деполяризації правого і лівого передсердь.

Інтервал Р-Q відображає тривалість AV-провідності, тобто час поширення збудження по передсердях, AV-вузлу, пучку Гіса і його розгалуженнях.

Шлуночковий комплекс QRST відображає складний процес поширення (комплекс QRS) і згасання (сегмент RS-T і зубець Т) збудження по міокарду шлуночків.

Зубець Q зумовлений початковим моментним вектором деполяризації міжшлуночкової перегородки.

Зубець R відображає процес подальшого поширення збудження по міокарду правого і лівого шлуночків.

Сегмент RS-T – відрізок від кінця комплексу QRS (кінця зубця R або S) до початку зубця Т. Він відповідає періоду повного охоплення збудження обох шлуночків, коли різниця потенціалів між різними ділянками серцевого м'яза відсутня або мала.

Зубець Т відображає процес швидкої кінцевої реполяризації міокарда шлуночків.

Інтервал Q-T (QRST) – електрична систола шлуночків. Під час електричної систоли збуджуються всі відділи шлуночків серця.

Зубець U, походження якого дотепер невідоме. Є припущення, що зубець U відповідає періоду короткочасного підвищення збудливості міокарда шлуночків (фаза екзальтації), що настає після закінчення електричної систоли лівого шлуночку.

Різниця потенціалів, що виникає на поверхні тіла при роботі серця, реєструється за допомогою системи електродів, розташованих на різних ділянках тіла. Через входні проводи, маркіровані різним кольором, електричний сигнал подається на комутатор, а потім на вхід підсилювача.

Мале значення напруги (1- 3 mV), що утворюється на електродах, підсилюється в багато разів і подається в реєстратор. Запис проводиться звичайно на електрокардіографічній паперовій стрічці, що нагадує міліметровку.

Стрічкопротягувальні механізми у всіх сучасних електрокардіографах забезпечують рух папера з різною швидкістю: 25, 50, 100 мм/хв та ін. У залежності від обраної швидкості руху папера змінюється форма кривої, що реєструє: ЕКГ записується або

розтягнутою, або більш стислою. Найчастіше в електрокардіології швидкість реєстрації ЕКГ складає 50 мм/хв.

Зміни різниці потенціалів на поверхні тіла, що виникають під час роботи серця, записуються за допомогою різних систем відведень ЕКГ. Кожне відведення реєструє різницю потенціалів, що існує між двома певними точками електричного поля серця, в яких встановлені електроди. Таким чином, різні електрокардіографічні відведення відрізняються між собою, насамперед, ділянками тіла, на яких вимірюється різниця потенціалів.

Електроди, встановлені в кожній з обраних точок на поверхні тіла, підключаються до гальванометра електрокардіографа. Один з електродів приєднують до позитивного полюса гальванометра (позитивний або активний електрод відведення), другий електрод – до його негативного полюса (негативний електрод відведення).

Сьогодні в клінічній практиці найбільш широко використовують 12 відведень ЕКГ, запис яких є обов'язковим при кожному електрокардіографічному обстеженні хворого: 3 стандартні відведення, 3 посилені однополюсні відведення від кінцівок і 6 грудних відведень.

До початку роботи ознайомтеся з відеофільмом про зубці, інтервали та сегменти ЕКГ, проводящу систему серця
https://www.youtube.com/watch?v=BZ_3BvZv0vs&ab_channel=Med%21y

Хід роботи:

Для запису електрокардіограми в людини використовують електрокардіограф типу «Малыш».

1. Включити прибор та при нульовому положенні перемикача відведень дати йому прогрітисся 10 хв. Відрегулювати посилення таким чином, щоб каліброваному сигналу в 1 мВ відповідало відхилення писчика на 1 см.
2. Підготувати людину до дослідження.
3. Передпліччя та гомілки у місцях накладення електродів звільнити від одягу.
4. Змочити бинти фізіологічним розчином, підкласти їх під електроди, які закріплюють за допомогою гумових бинтів на руках та ногах. Підключити до електродів проводи електрокардіографа: червоний – внутрішня поверхня правого

передпліччя, жовтий – внутрішня поверхня лівого передпліччя, зелений – внутрішня поверхня лівої гомілки, чорний – внутрішня поверхня правої гомілки (рис. 17).



Рис. 17. Схема накладення електродів при запису ЕКГ

5. Встановити перемикач відведень у I положення. Включити мотор і записати ЕКГ.
6. Виключити мотор. Встановити перемикач у положення II або III і аналогічним чином зробити записи.
7. Отриману електрокардіограму наклеїти у зошит та зробити аналіз ЕКГ:
 - 1) Позначити на кривій ЕКГ зубці, сегменти та інтервали.
 - 2) Оцінити регулярність серцевих скорочень. Оскільки в нормі водієм ритму є синусовий вузол і збудження передсердь передують збудженню шлуночків, зубець **P** повинен мати місце перед шлуночковим комплексом. Тривалість інтервалів **R–R** має бути однаковою; у нормі зустрічаються незначні коливання, які не перебільшують 0,1 с. Більш виражені відмінності у тривалості інтервалів **R–R**, свідчать про порушення серцевого ритму.
 - 3) Розрахувати частоту серцевого ритму. Для цього слід визначити тривалість одного серцевого циклу (інтервал **R–R**) і обчислити, скільки таких циклів уміститься в одній хвилині. Наприклад, якщо один серцевий цикл продовжується 0,8 с, то у хвилині таких циклів буде $60:0,8=75$.
 - 4) Вимірити вольтаж зубців ЕКГ. Вимірюють амплітуду зубців **R** у стандартних відведеннях. У нормі вона становить 5–15 мм. Якщо амплітуда найвищого зубця **R** у стандартних відведеннях не перевищує

5 мм, або сума амплітуд цих зубців в усіх трьох відведеннях менша 15 мм, то вольтаж ЕКГ вважається зниженим (табл. 5).

Таблиця 5

Показники нормальної електрокардіограми

Зубці та інтервали	Тривалість, с	Напруга (висота)	
		мВ	мм
Зубець <i>P</i>	0,05–0,10	0,05–0,25	0,5–2,5
Інтервали <i>P–Q</i>	0,11–0,18	ізоелектричний	
Зубець <i>Q</i>	0,03	0–0,3	0–3,0
Комплекс <i>QRS</i>	0,06–0,10		
Зубець <i>R</i>		0,6–1,6	6–16
Інтервал <i>S–T</i>	залежить від частоти	ізоелектричний	
Зубець <i>T</i>	0,12–0,16	0,25–0,6	2,5–6,0
Інтервал <i>Q–T</i>	0,35–0,37	ізоелектричний	
Інтервал <i>R–R</i>	залежить від частоти		

5) Вимірити тривалість та величину окремих елементів ЕКГ: зубця *P*, інтервалу *P–Q*, комплексів *QRS*, *QRST*. Вимірювання проводять у тому стандартному відведенні, де зубці виражені найкраще (звичайно у II). Крім того, визначають напрям зубців *P* і *T*, які можуть бути і позитивні, і негативні; заважають зазубленість, розщеплення зубців ЕКГ, появу додаткових зубців. Ретельно проаналізувати форму шлуночкового комплексу в усіх відведеннях. Відзначити ізоелектричність інтервалу *S–T*.

6) Визначити тривалість комплексу *QRST* (інтервалу *Q–T*) залежить від частоти серцевих скорочень. Чим частіше серцевий ритм, тим коротший цей інтервал. Належна величина обчислюється за формулою: $Q-T = K \sqrt{R-R}$, де *K* – константа, що дорівнює для чоловіків 0,37, для жінок – 0,39; *R–R* інтервал – тривалість одного серцевого циклу, в секундах.

7) Отримані результати занести у таблицю 6 і порівняти з даними таблиці показників нормальної електрокардіограми (див. таблицю 5).

Таблиця 6

Аналіз електрокардіографічний кривій підослідного N

Зубці та інтервали	Тривалість, с	Напруга (висота)	
		мВ	Мм
Інтервал $R-R$			
Частота серцевих скорочень			
Регулярність серцевого ритму			
Джерело збудження			
Зубець P			
Інтервали $P-Q$			
Зубець Q			
Комплекс QRS			
Зубець R			
Інтервал $S-T$			
Зубець T			
Інтервал $Q-T$			

Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

1. На ізольованому серці тварини вивчали швидкість проведення збудження різними його частинами. Де була визначена найменша швидкість?

- А. В атріовентрикулярному вузлі
- В. У кінчику пучка Гіса
- С. У волокнах Пуркінє

Д. У міокарді передсердя

Е. У міокарді шлуночків

2. Серце дає одиночні скорочення завдяки наявності:

- А. Фази екзальтації
- В. Короткої фази відносної рефрактерності
- С. Тривалої фази абсолютної рефрактерності

D. Короткої фази абсолютної рефрактерності

E. Усі відповіді вірні

3. На ізольованому серці кролика заблокували Ca^{2+} канали кардіоміоцитів. Що зміниться?

A. Сила скорочень

B. Частота скорочень

C. Частота і сила скорочень

D. Відбудеться зупинка серця під час діастолі

E. Відбудеться зупинка серця під час систолі

4. У якій фазі серцевого циклу всі клапани серця закриті?

A. Ізометричного скорочення

B. Асинхронного скорочення

C. Швидкого вигнання

D. Повільного вигнання

E. Активного наповнення

5. Під час емоційного збудження ЧСС людини 30 років досягає 112 уд/хв. Який відділ провідної системи серця відповідає за ці зміни?

A. Волокна Пуркінє

B. Пучок Гіса

C. Атріовентрикулярний вузол

D. Синоатріальний вузол

E. Ніжки пучка Гіса

6. Середня тривалість фази абсолютної рефрактерності в кардіоміоцитах становить:

A. 1–3 мс

B. 4–8 мс

C. 14–20 мс

D. 50–100 мс

E. 250–270 мс

7. Як називається фаза збудливості міокарда, яка відповідає періоду «плато» потенціалу дії?

A. Фаза відносної рефрактерності

B. Фаза супернормальної збудливості

C. Фаза абсолютної рефрактерності

D. Фаза субнормальної збудливості

E. Латентний період

8. Чим забезпечується неможливість зворотного потоку крові з шлуночків в передсердя у здорової людини?

A. Мітральним і аортальним півмісяцевими клапанами

B. Мітральним і тристулковим клапанами

C. Мітральним і легеневим півмісяцевими клапанами

D. Аортальним і легеневим півмісяцевими клапанами

E. Тристулковий і легеневим півмісяцевими клапанами

9. Чому під час систолі передсердя кров не повертається у вени?

A. Закриваються стулкові клапани

B. Закриваються півмісяцеві клапани

C. Скорочується кільцева мускулатура в основі вен

D. Великий опір крові у венах

E. Відкриваються стулкові клапани

10. Чому кров під час паузи серця не повертається з аорти в шлуночки?

A. Закриті стулкові клапани

B. Закриті півмісяцеві клапани судин

C. Відкриті півмісяцеві клапани

D. Відкриті стулкові клапани

E. Відкриті півмісяцеві, закриті стулкові клапани

11. Підвищення тону су симпатичної нервової системи спричинює:

A. ↓ ЧСС і ↑ сили серцевих скорочень

B. ↑ ЧСС і сили серцевих скорочень

- С. ↓ ЧСС і сили серцевих скорочень
D. ↑ ЧСС і ↓ сили серцевих скорочень
E. ↑ маси серця

12. Подразнення блукаючого нерва чинить:

- A. Негативний іно-, хроно-, батмо-, дромотропний ефекти
B. Позитивний іно-, хроно-, батмо-, дромотропний ефекти
C. Негативний іно-, дромотропний ефекти
D. Негативний хроно-, батмо-, дромотропний ефекти
E. Позитивний дромотропний ефект

13. Яка речовина блокує, а яка стимулює дію парасимпатичного нерва?

- A. Блокує ацетилхолін, стимулює адреналін
B. Блокує атропін, стимулює ацетилхолін
C. Блокує атропін, стимулює ГАМК
D. Блокує адреналін, стимулює атропін
E. Блокує адреналін, стимулює гліцин

14. Як змінюється стан мембран клітин провідної системи міокарда за умов взаємодії з ацетилхоліном?

- A. Відкриваються Na^+ канали і ↑ швидкість повільної діастолічної деполяризації
B. Активуються K^+ канали → гіперполяризація
C. Відкриваються Ca^{2+} канали
D. Блокується система окиснювального фосфорилування
E. ↓ автоматизм SA-вузла

15. Який ефект викликають катехоламіни, взаємодіючи з α -адренорецепторами?

- A. Збільшують скоротність міокарда
B. Збільшують частоту імпульсації в SA-вузлі
C. Збільшують хвилинний об'єм серця

D. Звужують вінцеві судини в результаті прямого впливу на них

E. Розширюють кровоносні судини в скелетних м'язах

16. Які з нижчеперелічених іонів спричиняють підвищення скоротливості міокарда?

- A. Іони Ca^{2+}
B. Іони K^+
C. Іони Na^+
D. Іони Cl^-
E. Іони H^+

17. Що таке хронотропний ефект?

- A. Зміна ЧСС
B. Зміна сили серцевих скорочень
C. Зміна збудливості серцевого м'яза
D. Зміна провідності серцевого м'яза
E. Зміна тону серцевого м'яза

18. Тривалість рефрактерної фази у серці залежить від проникнення у кардіоміоцити іонів:

- A. Na^+
B. Ca^{2+}
C. K^+
D. Cl^-
E. J

19. Закон серця Франка-Старлінга полягає у залежності сили скорочень серця від:

- A. Систолічного об'єму серця
B. Постачання кисню
C. Температури крові у серці
D. Довжині волокон міокарда у діастолі
E. Усі відповіді вірні

20. Особливістю ПД кардіоміоцитів є наявність:

- A. Фази повільної реполяризації
- B. Фази швидкої реполяризації
- C. Фази деполяризації
- D. Фази гіперполяризації
- E. Фази спонтанної деполяризації

21. Який вид скорочення притаманний серцевому м'язу?

- A. Зубчастий тетанус
- B. Суцільний тетанус
- C. Поодинокі скорочення
- D. Тонічне скорочення
- E. Ексцентричне скорочення

22. В експерименті під час вивчення процесів збудження кардіоміоцитів встановлено, що у фазу їх швидкої деполяризації іони Na^+ можуть додатково рухатися крізь:

- A. K^+ -канали.
- B. Ca^{2+} -канали
- C. Cl^- -канали

D. Mg^{2+} - канали.

E. Li^+ - канали

23. У експерименті на собаці виникла необхідність знизити збудливість міокарда. Який розчин для цього доцільно ввести тварині внутрішньовенно?

- A. Хлориду кальцію
- B. Хлориду калію
- C. Хлориду натрію
- D. Бікарбонату натрію
- E. Глюкози

Відповіді: 1 A; 2 C; 3 C; 4 A; 5 D; 6 E; 7 C; 8 B; 9 C; 10 B; 11 B; 12 A; 13 B; 14 B; 15 D; 16 A; 17 A; 18 B; 19 D; 20 A; 21 C; 22 B; 23 B.

Ситуаційні завдання

1. Поясніть, у чому фізіологічний сенс того, що стінки лівого шлуночка значно товстіші за правий.

2. Отрута, що міститься в деяких видах грибів, різко скорочує абсолютний рефрактерний період (АПР) міокарда. Поясніть, чи може отруєння цими грибами призвести до смерті. Який механізм цього явища?

3. У пацієнта припускається сповільнення атріовентрикулярної провідності. Поясніть, як це можна об'єктивно встановити.

4. Поясніть, як зміниться робота міокарда, якщо повністю заблоковано проведення збудження пучком Гіса.

5. Мембранний потенціал пейсмекерної клітини серця збільшився на 10 мВ. Поясніть, як зміниться за цих умов частота генерації автоматичних імпульсів.

6. Мембранний потенціал пейсмекерної клітини серця знизився на 20 мВ. Поясніть, як зміниться за цих умов частота генерації автоматичних імпульсів.

7. Скелетний м'яз не підпорядковується закону «все або нічого», а для серцевого м'яза цей закон виконується. Поясніть:

1) Механізм цих відмінностей.

2) Чи не суперечить даній властивості міокарда явище «сходів» Боудича?

8. Клітини провідної системи серця за своїми властивостями наближаються до кардіоміоцитів ембріонального міокарда. Виходячи з цього, поясніть, чому порушення функцій звичайних кардіоміоцитів трапляються значно частіше, ніж дисфункції клітин провідної системи?

9. У обстежуваного підозрюється порушення функції провідної системи міокарда. Поясніть:

1) На основі якого функціонального дослідження можна зробити такий висновок?

2) Які властивості міокарда дозволяє оцінити даний метод?

3) Які діагностичні критерії характерні для такого стану?

10. Відстань між зубцями R на ЕКГ досліджуваного дорівнює 40 мм. Запис здійснювався на швидкості 50 мм/с. Розрахуйте ЧСС.

Відповіді до ситуаційних завдань

1. У великому колі кровообігу опір значно більший, тому лівий шлуночок виконує більшу роботу, ніж правий, тому його міокард потужніший.

2. Особливість АРП міокарда в тому, що його тривалість значно більша, ніж у скелетному м'язі. Тому АРП триває впродовж майже всієї систоли. Це не дозволяє викликати в міокарді тетанічне скорочення. Якщо АРП коротшатиме, то міокард зможе відповісти на подразнення ще до закінчення систоли. В результаті може виникнути тетанус, що несумісний з насосною функцією міокарда і призводить до його зупинки під час систоли.

3. Поширення збудження в міокарді найоб'єктивніше реєструється на ЕКГ. У даному випадку матиме місце збільшення тривалості інтервала PQ більше 0,1 с, що відображає проведення збудження від передсердя до шлуночків крізь атріовентрикулярний вузол.

4. Настане повний серцевий блок, під час якого передсердя скорочуються в ритмі синоатріального вузла, шлуночки – в ритмі власної автоматії пучка Гіса.

5. Частота генерації автоматичних імпульсів зменшиться, оскільки в цьому випадку рівень МП пейсмекера віддаляється від КРД і час повільної деполяризації діастолі подовжується.

6. Частота генерації автоматичних імпульсів збільшиться, оскільки в цьому випадку рівень МП пейсмекера наближається до КРД і час повільної деполяризації діастолі коротшає.

7. 1) Одиночні м'язові волокна підпорядковуються закону «все або нічого», тобто вони або не відповідають на порогове подразнення, або відповідають максимальним скороченням у відповідь на надпорогове подразнення. Цілий м'яз складається з тисяч м'язових волокон, що мають різний рівень збудливості. Тому за умов посилення подразнення відповідають спочатку окремі, більш збудливі волокна, а потім вся більша кількість менш збудливих волокон. Серцевий же м'яз є функціональним синцитієм зарахунок наявності нексусів, завдяки чому виникле збудження швидко охоплює всі кардіоміоцити.

2) Не суперечить. У разі нанесення кількох однакових подразнень з малими інтервалами на клітини міокарда кальцієвий насос не встигає відкачувати іони кальцію, тому їхня кількість у ділянці міофібрил поступово зростає. Кожне чергове подразнення посилює електромеханічне сполучення і величина скорочення зростає (явище «сходів» Боудича).

8. В ембріональному міокарді переважає анаеробний гліколіз, завдяки чому він стійкіший до гіпоксії, ніж міокард дорослої людини. У клітинах провідної системи анаеробний гліколіз залишається основним джерелом енергії і після народження. Тому клітини провідної системи стійкіші до гіпоксії, ніж звичайні кардіоміоцити. Крім того, їм потрібно значно менше енергії, ніж інтенсивно працюючим клітинам міокарда.

9. 1) На підставі реєстрації і аналізу ЕКГ.

2) ЕКГ дозволяє оцінити збудливість, провідність, автоматію міокарда.

3) Порушення провідності на рівні а-в вузла виражається в подовженні інтервалу PQ, на рівні ніжок пучка Гіса – в роздвоєнні зубця R.

10. За швидкості 50 мм/с 1 мм запису здійснюватиметься за $1 : 50 = 0,02$ с. Це означає, що відстань між зубцями R 40 мм електрокардіограф зареєструє за $0,02 \cdot 40 = 0,8$ с, що і становить тривалість серцевого циклу обстежуваного. Таким чином, ЧСС за 1 хв : $60 \text{ с} : 0,8 \text{ с} = 75$ ударів.

ЗАНЯТТЯ 11. ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ГЕМОДИНАМІКИ. ДОСЛІДЖЕННЯ АРТЕРІАЛЬНОГО ТИСКУ. РЕГУЛЯЦІЯ КРОВООБІГУ

Ціль заняття: Навчитись аналізувати основні параметри кровообігу й робити висновки про стан кровоносних судин. Вміти трактувати поняття системи кровообігу, механізми регуляції хвилинного об'єму крові (ХОК) як інтегрального показника кровообігу на основі аналізу параметрів гомеостазу відповідно рівня метаболізму.

Опанувати практичні навички: визначення систолічного, діастолічного та пульсового тисків; дослідження руху крові по кровоносних судинах.

Мати знання про: велике та мале коло кровообігу; класифікацію судин за морфологічними і функціональними ознакам; основні закони гемодинаміки; фактори, що забезпечують рух крові по судинах

Питання для підготовки до заняття:

1. Яка фізіологічна роль серця?
2. Що таке серцевий цикл, які фази його складають?
3. Як зміниться тривалість основних фаз циклу за брадікардії та тахікардії?
4. Особливості процесу збудження серцевого м'яза.
5. Особливості проведення та скорочування серцевого та скелетного м'язів. Закон «все або нічого».
6. Перелічите основні властивості серцевого м'яза.
7. Що таке відносна та абсолютна рефрактерні фази серця? Яке значення має рефрактерний період для функцій серця?
8. Який механізм виникнення екстрасистоли і компенсаторної паузи?
9. Пояснити біологічне значення атріовентрикулярної затримки.
10. Зовнішні прояви роботи серця: звукові; механічні; електричні.
11. Звукові прояви діяльності серця: тони серця. Механізм утворення I та II тонів.
12. Місця вислуховування тонів серця на грудній клітці. Місця проєкції клапанів серця на поверхню грудної клітки.
13. Електричні прояви роботи серця. Методи вивчення. Електрокардіограма, методи реєстрації й аналізу. Значення зубців та

інтервалів ЕКГ.

14. Еферентна інервація серця.

15. Ефекти, які виявляють на серці при подразненні блукаючого та симпатичного нервів. Залежність їх від сили та частоти подразнень.

16. Механізм впливу блукаючого та симпатичних нервів на частоту та силу серцевих скорочень.

17. Рефлекторна регуляція діяльності серця.

18. Тонус центрів, регулюючих діяльність серця.

19. Які медіатори приймають участь у передачі збудження з нервів на серце?

20. Вплив на діяльність серця вмісту у розчині іонів калію та кальцію.

21. Механізм впливу іонів калію та кальцію на силу і частоту серцевих скорочень.

22. Механізм впливу на серце адреналіну та ацетилхоліну.

23. Що зветься кров'яним тиском? Що таке максимальний, мінімальний, пульсовий тиск?

24. Величина кров'яного тиску в різних ділянках кровоносної системи.

25. Фактори, що визначають кров'яний тиск.

26. Методи визначення кров'яного тиску у людини.

27. Що таке артеріальний пульс? Методи його визначення.

29. Рух крові по венах.

30. Лінійна та об'ємна швидкість кровотоку.

31. Швидкість кругообігу крові.

32. Будова капілярів. Особливості руху крові по капілярах

33. Включенням яких механізмів працездатність досягається у більшій мірі – збільшенням ЧСС або систолічного об'єму?

34. Яка швидкість відновлення вихідного рівня стану серцевосудинної системи після навантаження?

35. Кров'яний тиск, його види: артеріальний (систолічний, діастолічний, пульсовий, середній), капілярний, венозний. Кров'яний тиск у різних відділах судинного русла.

36. Лінійна і об'ємна швидкість руху крові. Формула Пуазейля.

37. Систолічний та хвилинний об'єми кровообігу, як показники сили та роботи серця. Методи їх визначення. Величини у дітей.

38. Механізми регуляції кровообігу.

39. Мікроциркуляція. Морфофункціональна характеристика судин мікроциркуляторного русла.

40. Фізіологічна характеристика ємнісних судин. Депо крові, його відносність.

41. Фактори, що забезпечують рух крові судинами. Особливості руху крові венами.

42. Венозне повернення крові до серця.

43. Кровообіг плода. Зміни кровообігу після народження.

44. Вікові особливості кровообігу і його регуляції.

Робота 1. Вимірювання артеріального кров'яного тиску у людини за методами Рива-Рочі і Короткова

Обладнання та інструменти: тонометр, фонендоскоп, секундомір.

Об'єкт дослідження: людина

Кров'яний тиск – тиск, який здійснюється кров'ю на стінки камер серця і кровоносних судин.

Величина кров'яного тиску є однією з найважливіших констант, які характеризують стан внутрішнього середовища організму. Кров'яний тиск залежить від об'єму крові, який перекачує серце та діаметру судин (опору судинного русла).

Показники кров'яного тиску у системі СІ виражають у кілопаскалях (кПа). Для переведення величини кров'яного тиску (у мм рт. ст.) у систему СІ необхідно помножити значення тиску на 0,1333.

Розрізняють кров'яний, артеріальний, венозний і капілярний тиски.

Венозний тиск – найнижчий у судинній системі й залежить від положення тіла. Чим ближче до серця розташовані вени, тим нижчий в них тиск (10–12 мм рт. ст.).

Величина **капілярного тиску** в артеріальних капілярах досить постійна і становить 30–50 мм рт. ст. Тиск у венозних капілярах без навантаження й у горизонтальному положенні тіла становить 15–25 мм рт. ст.

Артеріальний тиск (АТ) – це сила, з якою кров тисне на стінки артерій.

У нормі АТ тиск коливається в залежності від фаз серцевого циклу. Відрізняють артеріальний **систолічний** (АТ_с, максимальний) тиск, який створюється серцем під час систоли та **діастолічний** (АТ_д,

мінімальний) тиск, який створюється за рахунок тонуса судин. Різниця між систолічним та діастолічним тиском складає **пульсовий тиск**.

Середній артеріальний тиск – це середній тиск в артеріях протягом завершеного серцевого циклу. Визначається за формулою:

$$САТ = АТ_д + (АТ_с - АТ_д) / 3,$$

де САТ – середній артеріальний тиск,

АТ_с – систолічний артеріальний тиск,

АТ_д – діастолічний артеріальний тиск.

У здорової людини рівень артеріального тиску коливається в межах 110/70-120/80 мм рт. ст у спокої.

Патологічний стан, який супроводжується стійким підвищенням систолічного та/або діастолічного артеріального тиску від 140/90 мм рт. ст. і вище має назву **артеріальна гіпертензія**. Вона може бути первинною або вторинною (симптоматичною).

Зниження систолічного артеріального тиску нижче 100 мм рт. ст., діастолічного – нижче 60 мм рт.ст має назву **артеріальна гіпотензія**.

Підвищення артеріального тиску погіршує роботу серця, воно починає працювати з більшим навантаженням. Збільшення тиску крові на стінку судин може призвести до їх ушкодження та є основною причиною розвитку патологічних змін в серці, мозку, очах, нирках.

Фактори, що визначають величину АТ:

- 1) робота серця – систола і діастола,
- 2) опір судин – змінюється залежно від просвіту судини,
- 3) об'єм циркулюючої крові,
- 4) в'язкість крові.

Фактори, що впливають на величину АТ:

- 1) вік,
- 2) стать,
- 3) маса тіла (цукровий діабет і порушення обміну речовин),
- 4) положення тіла,
- 5) м'язова діяльність (фізична активність),
- 6) вплив навколишнього середовища,
- 7) генетичні чинники.

Антигіпертензивні препарати, які на даний час рекомендують застосовувати для зниження АТ ділять на 5 фармакологічних груп: сечогінні (або діуретики), блокатори кальцієвих каналів, інгібітори

ангіотензин-перетворюючого ферменту (АПФ), антагоністи рецепторів ангіотензину II та бета-адреноблокатори.

- Діуретики або сечогінні – призводять до зниження артеріального тиску за рахунок дії на нирки.
- Блокатори кальцієвих каналів – запобігають проникненню іонів кальцію в клітини серця та судин та призводять до зниження артеріального тиску за рахунок розширення діаметру артерій і зниженню сили серцевих скорочень.
- Інгібітори ангіотензину-перетворюючого ферменту – пригнічують утворення ангіотензину II – гормону, що викликає спазм артерій, артеріальний тиск знижується внаслідок розширення артерій.
- Антагоністи рецепторів ангіотензину II – запобігають впливу ангіотензину II на артерії, артеріальний тиск знижується внаслідок розширення артерій.
- Бета-адреноблокатори – зменшують вплив адреналіну на серце та судини. Призводять до зниження частоти та сили серцевих скорочень, внаслідок чого знижується артеріальний тиск.

До початку роботи ознайомтеся з відеофільмом «Вимірювання артеріального тиску»: https://www.youtube.com/watch?v=3JkidDJkk_M

Хід роботи:

Величина артеріального тиску (АТ) – це один із показників, за яким можна судити про роботу серця і стан судин організму.

Вимірювання артеріального тиску проводиться за допомогою спеціального приладу – сфігмоманометру, який називають тонометром.

- Вимірювання артеріального тиску краще здійснювати в сидячому положенні на стільці (спина опирається на спинку стільця), ноги повинні бути розслабленими. Руку необхідно повністю розслабити, зігнути в ліктьовому суглобі, зручно розташувавши її на столі, і тримати нерухомо до кінця вимірювання. При необхідності артеріальний тиск можна вимірювати у положенні стоячи або лежачи (рис. 18).
- Манжету розміщують посередині плеча на рівні серця, щоб її нижній край знаходився на 2-2,5 см вище ліктьової ямки, а між манжетою і поверхнею плеча проходив палець. Руку потрібно

звільнити від одягу. Якщо Ви закотили рукав, то він не повинен стискати плече та передавлювати судини.

- Вимірювання слід проводити двічі з інтервалом 2-3 хв. При розходженні результатів більше, ніж на 5 мм рт. ст., необхідно зробити повторні виміри через декілька хвилин. Артеріальний тиск на правій та лівій руці може відрізнятись на 5-10 мм рт. ст., це не є патологією, а залежить лише від анатомії судин у Вашому тілі.
- Артеріальний тиск рекомендовано вимірювати не раніше ніж через 30 хвилин після споживання їжі, міцного чаю, кави, куріння, приблизно в один і той же час – наприклад, вранці та вечері.

Пальпаторний метод виміру АТ за Ріва-Роччі ґрунтується на фіксації моменту появи пульсової хвилі в променевій артерії при поступовому зменшенні тиску в манжеті після попереднього стиснення артерії.

Аускультативний метод виміру АТ за Коротковим ґрунтується на вислуховуванні звуків, які виникають за умов стиснення судин манжетою. Внаслідок цього відбувається порушення ламінарної течії крові у звуженій ділянці. Цей метод дозволяє вимірювати артеріальний тиск під час систоли і діастоли серця. Метод Короткова визнаний офіційним еталоном неінвазивного вимірювання артеріального тиску для діагностичних цілей.

Визначення систолічного артеріального тиску за методом Ріва-Роччі

1. Досліджуваного посадити боком до столу, свою руку досліджуваний кладе на стіл (рис. 18).
2. На оголене плече досліджуваного закріпити манжету приладу Ріва-Роччі.
3. Однією рукою дослідник пальпує пульс на променевій артерії.
4. За допомогою балону в манжетку повільно накачати повітря до повного зникнення пульсу в плечовій артерії.
5. Відкрити кран приладу та повільно випустити повітря з манжети до того моменту, коли у променевій артерії з'явиться перша пульсова хвиля.
6. Відмітити значення на шкалі манометра, вона відповідає систолічному тиску крові в плечовій артерії.

7. Зафіксувати отриманий результат, занести у таблицю і порівняти його з середніми показниками.
8. В манжету нагнати повітря до зникнення пульсу у променевій артерії. Клапан перекрити.



Рис. 18. Правильне положення пацієнта під час вимірювання АТ

9. Викликати у досліджуваного окосерцевий рефлекс Ашнера-Даніні та відразу ж вимірити величину систолічного тиску.
10. Відмітити зміни величини систолічного тиску. Показники занести у таблицю.

Визначення систолічного, діастолічного та пульсового артеріального тиску за методом Короткова у нормі

1. Досліджуваного посадити боком до столу як у попередньому досліді. Свою руку досліджуваний кладе на стіл.
2. На оголене плече досліджуваного закріпити манжету приладу тонометра
3. Повітря нагнати в манжету до повного зникнення пульсу. В області розгалуження плечової артерії (ліктьовий вигин) розташувати фонендоскоп (рис. 19).
4. Повітря поступово випускати з манжети, вислуховувати тони Короткова, відмітити: а – показник на манометрі в момент

виявлення першого тону, що відповідає систолічному тиску; б – показник манометру в момент зникнення тону, що відповідає діастолічному тиску (рис. 19).

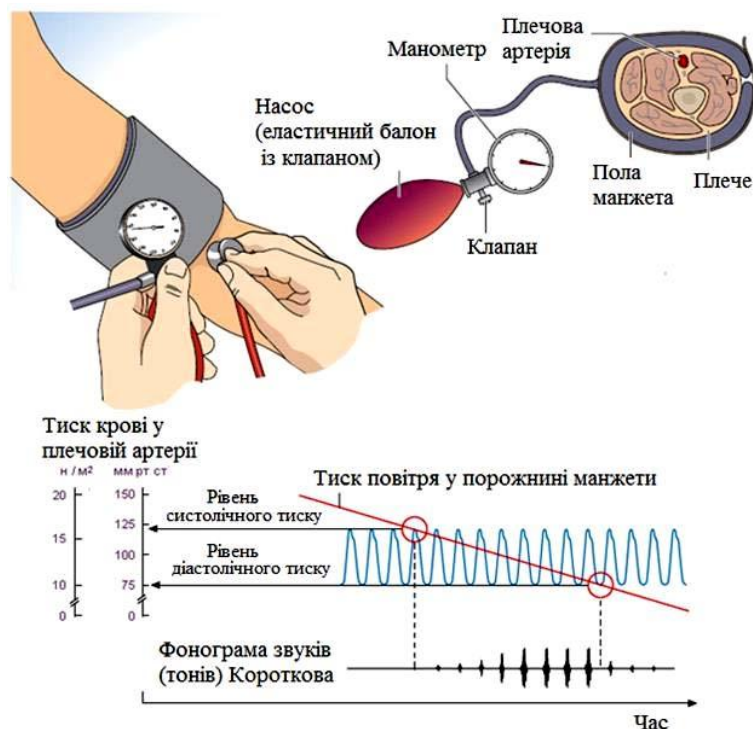


Рис. 19. Принципіальна схема, яка пояснює виникнення тонів Короткова при вимірі артеріального тиску на плечовій артерії

5. Порівняти величини систолічного тиску, отримані за методом Ріва-Роччі та Короткова.
6. Визначити величину пульсового тиску (ПТ), використовуючи дані величини систолічного та діастолічного тиску.

$$\text{ПТ} = \text{АТс} - \text{АТд}$$

Визначення артеріального тиску за методом Короткова після фізичного навантаження

1. У манжету нагнати повітря до зникнення пульсу променевої артерії, перекрити клапан. Манжету не знімати. Досліджуваному виконати фізичні навантаження протягом 2 хвилин (присідання 15-20 раз або біг на місці).
2. Одразу після навантаження усадити досліджуваного на стілець і виміряти величину систолічного, діастолічного тиску.
3. Зробити розрахунок пульсового тиску за Коротковим.

4. Заповнити таблицю, зробити розрахунки.
5. Порівняти пальпаторний і аускультативний методи вимірювання артеріального тиску, а також визначити зміни артеріального тиску при здійсненні фізичного навантаження.

Таблиця 5

Показники артеріального тиску, які характеризують стан судин

Метод вимірювання	Досліджу ваний	АТс	АТд	ПТ	Середній АТ	Висновок
За методом Ріва-Роччі	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
За методом Короткова	1					
	2					
	3					
	4					
	5					

**Робота 2. Виявлення законів руху крові по венозних судинах.
Дослід Гарвея**

Обладнання та інструменти: сфігмоманометр (тонометр)

Об'єкт дослідження: людина

Основна функція венозної системи – це повернення крові до серця, тому кров венами тече в напрямі від периферії до центру. Цьому сприяють такі фактори, як залишкова сила серця, негативний тиск у грудній порожнині та самому серці під час діастолі, скорочення скелетної мускулатури, а також наявність у венах клапанів, що перешкоджають зворотному потоку крові від серця.

Хід роботи:

1. На голу руку досліджуваного вище за ліктьову ямку накласти манжету сфігмоманометра (рис. 20).
2. За допомогою гумової груші підняти тиск у манжеті до 40 мм рт. ст.

3. На передпліччі роздивитесь вени, на яких можна відмітити стовщення, - це місця розташування клапанів (рис. 20 А).
4. Притисніть одним пальцем вену. Роздивитись, як дистальна ділянка вени набрякає, а проксимальна (ближче до серця) спустошується. У набряклій ділянці добре помітні стовщення, що відповідають розташуванню клапанів (рис. 20 В).

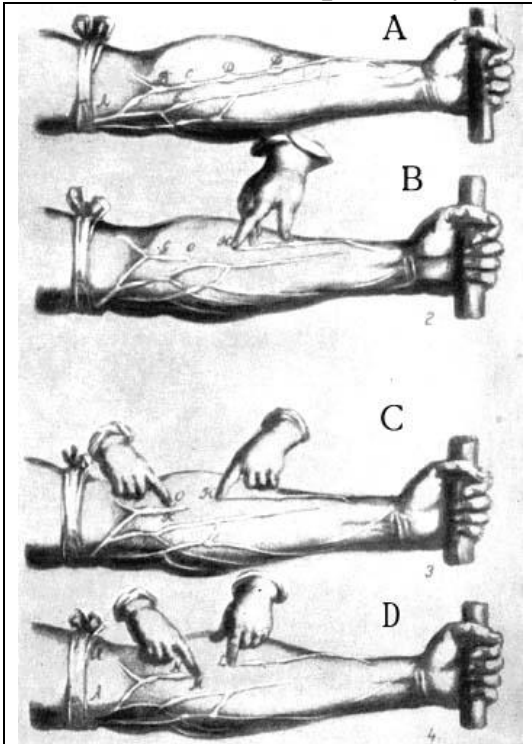


Рис. 20. Ілюстрація до експерименту Гарвея (з книги Уільяма Гарвея «Анатомическое исследование о движении крови у человека и животных»)

5. Другим пальцем руки, залишаючи перший у тому ж положенні, провести по вені так, щоб кров змістилась до плеча. Перший палець при цьому залишається на попередньому місці. Оскільки кров зверху не надходить, на ділянці між притиснутим пальцем і клапаном стінки вени спадуться. Клапан стає хорошо помітним. Цей дослід відтворює один з оригінальних експериментів Гарвея (рис. 20 С, D).
6. Як і досі не змішуючи палець правої руки, прикладіть другий палець до вени нижче клапану та спробуйте змістити кров у напрямку до зап'ястка (без великих зусиль).
7. Переконайтесь, що кров не може пройти через клапан, таким чином він пропускає кров тільки у одному напрямку. Якщо зняти перший палець, що притискав вену, ділянка вени, яка була порожньою відразу заповниться кров'ю, що поступає знизу. Відзначте напрям кровотоку венами і роль клапанів.
8. Замалювати схему експерименту, відмітивши хрестиком місця

перетину судини, стрілкою – напрям кровотоку після перетиснення.

Робота 3. Вивчення руху крові по кровоносних судинах. Капіляроскопія у людини

Обладнання та інструменти: препарувальний набір, марлеві серветки, шпильки, вата, гліцерин, ефір, мікроскоп, капіляроскоп, мікроскоп, електростимулятор, нитки, розчин адреналіну, гістаміну, кубики льоду, скипидар.

Об'єкт дослідження: жаба, людина

Капіляри є найтонкішими та багаточисельними судинами. Вони розташовуються у міжклітинних просторах і забезпечують транскапілярний обмін, тобто забезпечують клітини поживними і пластичними речовинами, та видаляють продукти метаболізму. Для здійснення цих процесів необхідні умови, важливішими з яких є швидкість кровообігу у капілярах, проникність стінки капілярів, число перфузованих капілярів на одиницю об'єма тканини.

До початку роботи ознайомтеся з відеофільмом про капіляроскопію

https://www.youtube.com/watch?v=jtWHl8bJ9-k&ab_channel

Вивчення руху крові по судинах язика жаби

Хід роботи:

1. За 20 хвилин до початку роботи жабу знерухомити наркотичною сумішшю спирту з ефіром (вату, яка змочена сумішшю, вкласти до рота жаби за 5 хвилин до початку роботи).
2. Жабу зафіксувати на препарувальній дощечці спинкою догори так, щоб над одним із отвірів у дощечці витягнути язика за допомогою шпильок. Ступінь розтягнення регулюють під мікроскопом так, щоб чітко було видно судини, але рух крові не припинявся (що може спостерігатися при надмірному розтягненні язика) (рис. 21).

Під малим збільшенням мікроскопу роздивитися судини язика жаби. Серед маси судин виділити капіляри, артеріоли, венули за наступними ознаками: 1 – діаметр артеріол та венул більше за діаметр капілярів настільки, що у капілярах формені елементи просуваються один за одним, у артеріолах та венулах – у

декілька рядів; 2 – кров з артеріол розтікається по капілярах; 3 – кров у венулу збирається з більш мілких судин; 4 – швидкість кровотоку в капілярах менша, ніж у артеріолах та венулах; 5 – в артеріолах кров рухається поштовхами, у капілярах та венулах – повільно.

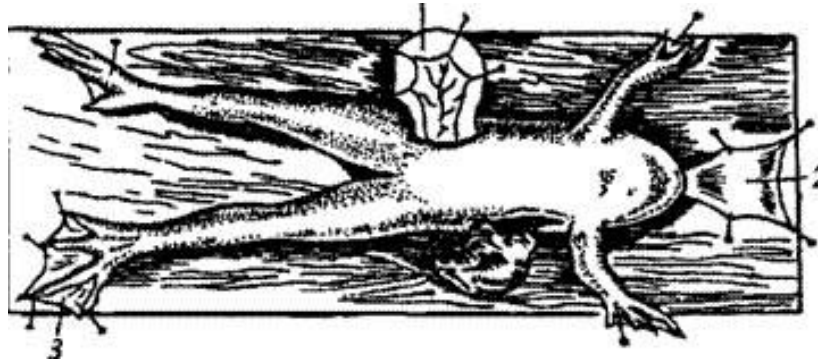


Рис. 21. Жаба, яка зафіксована на препарувальній дощечці

1 – очеревина; 2 – язик; 3 – плавальна перетинка (З кн.: Фізіологія сільськогосподарських тварин. Науменко В. В., Дячинський А. С., Демченко В. Ю., Дерев'янка І. Д.)

3. Замалювати схему експерименту, відмітити на схемі розташування артеріол, капілярів та венул.

Вивчення руху крові по судинах плавальної перетинки жаби та вплив подразнення сідничного нерву на капіляри плавальної перетинки

1. Занаркотизовану жабу закріпити на препарувальній дощечці спинкою догори так, щоб над одним із отвірів у дощечці розправити плавальну перетинку.
2. На задній поверхні стегна розрізати шкіру, розсунути м'язи, оголити сідничний нерв, підвести під нього лігатуру та перев'язати його; нерв вище лігатури перетнути так, щоб його периферійний кінець залишився на лігатурі, та сховати у тканині стегна.
3. Розправити плавальну перетинку (не натягувати) над отвором дощечки тієї лапки, у котрій перерізано нерв.
4. Судини роздивитися спочатку під малим збільшенням мікроскопу та відмітити різну швидкість та напрямок руху крові у артеріолах і венулах.
5. Під великим збільшенням роздивитися капіляри плавальної перетинки, відмітити сповільнений рух формених елементів у

них (рис. 22).

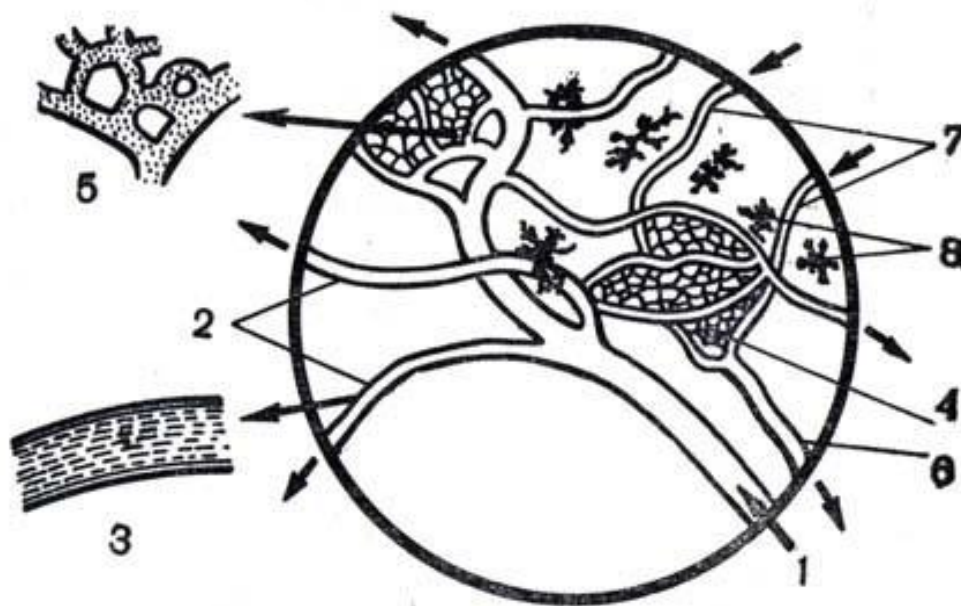


Рис. 22. Судини плавальної перетинки жаби (під мікроскопом)

1 – артерія; 2, 3 – артеріоли при малому (2) й великому(3) збільшенні; 5 – венули; 6 – вена; 4, 7 – капілярна сітка при великому й малому збільшенні; 8 – хроматофори. (З кн.: Фізіологія сільськогосподарських тварин. - Науменко В. В., Дячинський А. С., Демченко В. Ю., Дерев'янко І. Д.)

6. Під периферійний кінець сідничного нерву підвести електроди від електростимулятора і подразнювати його ритмічними імпульсами надпорогової сили.
7. За 20-30 сек відмітити прискорення току крові по капілярах внаслідок звуження капілярів, еритроцити у судинах приймають витягнуту форму.
8. Припинити подразнення і через 30-40 сек після спостерігати відновлення швидкості руху крові: переміщення еритроцитів уповільнюється і вони приймають кулеподібну форму.

Вивчення впливу адреналіну та інших речовин і станів на периферійний кровообіг

1. Занаркотизовану жабу закріпити на препарувальній дощечці спинкою догори так, щоб над одним із отвірів у дощечці розправити плавальну перетинку.
2. Нанести на плавальну перетинку жаби краплю розчину адреналіну. Відмітити зміни просвіту судин та швидкості току

крові.

3. Відмити перетинку та просушити надлишок рідини фільтрувальним папіром або марлею.
4. Додати краплю ацетилхоліну (гістаміну, льоду, скипидару) і проведіть спостереження за швидкістю руху крові.
5. Зробити висновки:
 - Як відрізняється рух крові в різних відділах периферичного судинного русла (артеріях, венах, капілярах)?
 - Як змінюється характер руху крові в судинах при охолодженні тканини, при подразненні, при дії хімічних агентів?

Вивчення капілярної сітки нігтьового ложа людини (капіляроскопія)

Капіляроскопія – методика вивчення судинного русла на найбільш віддалених ділянках, суть якої полягає у візуалізації найдрібніших судин шляхом оптичного збільшення, неінвазивно. Спеціальні програми скринінгу судин використовують математичні моделі, за якими обчислюють форму капіляра, порівнюють її із нормальною формою і знаходять відхилення в артеріальній чи венозній частині цієї мікросудини.

Капіляроскопія допомагає виявити схильність до певного захворювання ще на стадії передхвороби.

Хід роботи:

1. За допомогою вати старанно втерти гліцерин у шкіру пальця, яка оточує ніготь.
2. Помістити палець під об'єktiv капіляроскопу, освітити його та вивчити капілярну сітку в нігтьовому ложі пальців у відбитому світлі.
3. У нормі в нігтьовому ложі на блідо-рожевому фоні видно чіткі капілярні петлі більше насиченого червоного кольору, розташовані в декілька правильних рядів. Капіляри складаються з вузького артеріального і ширшого венозного колін, які сполучені між собою зігнутим перехідним коліном.
4. Описати картину, яку спостерігають під капіляроскопом (порівняти з рис. 23). Замалювати.

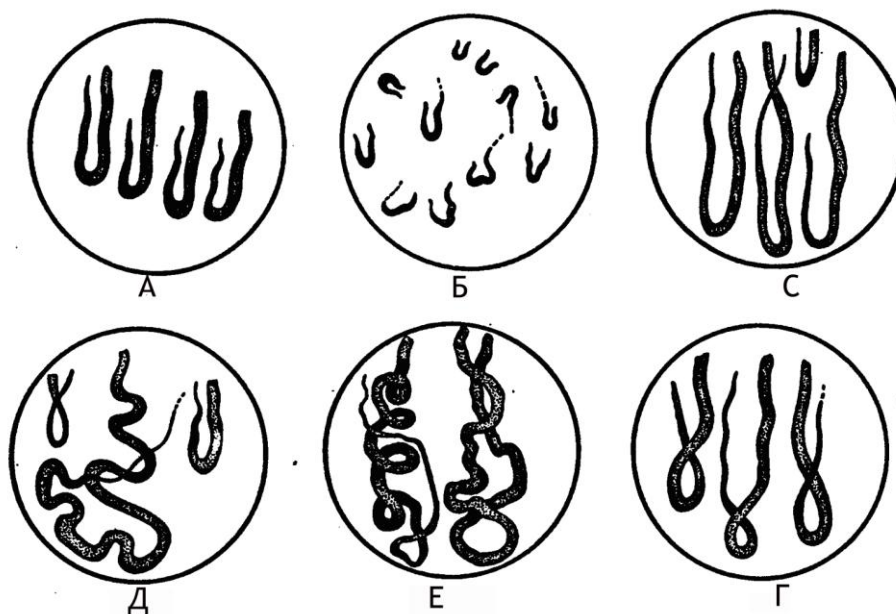


Рис. 23. Схематичне зображення капілярів нігтьового ложа:
 А – петля нормальної довжини, Б – скорочена, В – подовжена, Г – помірно звивиста, Д – значно звивиста, Е – різко звивиста

Робота 4. Визначення фізичної працездатності людини за змінами у системі кровообігу (степ-тест)

Обладнання та інструменти: тонометр, фонендоскоп, електрокардіограф, марльові серветки, секундомір, метроном, ваги, лавка, фізіологічний розчин.

Об'єкт дослідження: людина

Гарвардський степ-тест – функціональний тест, який дозволяє кількісно оцінити відновлювальні процеси після фізичного навантаження, а також використовується для виявлення і діагностування серцево-судинних захворювань. Чим швидше частота серцевих скорочень повертається до стану спокою, в тим кращій фізичній формі знаходиться організм людини. Тест був розроблений в Гарвардському університеті США у 1942 році.

Хід роботи:

1. Зважити досліджуваного в одязі та взутті, у якій він буде виконувати фізичну роботу.
2. Через 5 хвилин відпочинку (сидячи) виміряти ЧСС за 30 сек та помножити на 2 та розрахувати ритм серця за хвилину.

3. Провести інструктаж і досліджуваному дати команду до початку роботи.
4. Одночасно з початком роботи включити секундомір і метроном (зі швидкістю 120 ударів за хв). Досліджуваний повинен зробити 30 сходжень за хвилину на лавку заввишки 35 см. Тривалість роботи 2 хв. Підйом і спуск складаються з чотирьох рухів, кожному з яких буде відповідати один удар метронома: 1) досліджуваний ставить на сходинку одну ногу, 2) ставить на сходинку другу ногу, 3) ставить назад на підлогу ногу, з якої почав сходження, 4) ставить на підлогу другу ногу.
5. Після закінчення фізичного навантаження досліджуваний відпочиває сидячи. Починаючи з другої хвилини у нього тричі по 30-секундних відрізках часу підраховувати число пульсових ударів: з 60-ої до 90-ої секунди відновлюваного періоду, з 120-ої до 150-ої секунди і з 180-ої до 210-ої секунди. Значення цих трьох підрахунків підсумовується і збільшується на 2 (переклад ЧСС за 1 хв).
6. Результати тестування виразити в умовних одиницях у вигляді індексу Гарвардського степ-тесту (ІГСТ). Цю величину розраховують з наступного рівняння:

$$\text{ІГСТ} = \frac{t \cdot 100}{(f_1 + f_2 + f_3)} * 2, \text{ де}$$

- ІГСТ – індекс Гарвардського степ-тесту,
- t – фактичний час виконання фізичного навантаження в секундах;
- f_1, f_2, f_3 - сума пульсу за перші 30 секунд кожної хвилини (починаючи з другої) відновлювального періоду;
- величина 100 необхідна для вираження ІГСТ у цілих числах, а цифра 2 – для перекладу суми пульсу за 30-секундні проміжки часу в число серцебиттів за хвилину.

7. Оцінити результати тестування.
Величина ІГСТ характеризує швидкість відновлювальних процесів після досить напруженої м'язової роботи. Чим швидше відновлюється пульс, тим менша величина $f_1 + f_2 + f_3$ і, отже, тим вищий індекс Гарвардського степ-тесту.
У таблиці 6 наведена шкала оцінки величин ІГСТ осіб, що не займаються спортом.

Показники індексу Гарвардського степ-тесту

	Величина індексу Гарвардського степ-тесту		
	у здорових осіб, які не займаються спортом	у представників ациклічних видів спорту	у представників циклічних видів спорту
Погана	Менше, ніж 56	Менше, ніж 61	Менше, ніж 71
Нижче середньої	56-65	61-70	71-80
Середня	66-70	71-80	81-90
Вище середньої	71-80	81-90	91-100
Хороша	81-90	91-100	101-110
Відмінна	Більше, ніж 90	Більше, ніж 100	Більше, ніж 110

У спортсменів значення ІГСТ, як правило, вищі. Особливо високі величини індексу виявляють у представників видів спорту циклічного характеру, що приділяють особливу увагу розвитку витривалості. Використовувати Гарвардський степ-тест можна для людей, що мають достатню фізичну підготовку.

Застосовувати його при обстеженні осіб старшого, а тим більше похилого віку, які займаються масовими формами фізичної культури недоцільно, оскільки таке тестування викликає значні функціональні порушення.

Питання для самоперевірки рівня знань

1. Перерахуйте особливості будови серцевого м'яза у порівнянні зі скелетними та гладенькими м'язами.
2. Як зміниться потенціал дії кардіоміоцитів в умовах блокади потенціалзалежних натрієвих каналів?
3. Відбудуться лі зміни потенціалу дії кардіоміоцитів за умов блокади повільних кальцієвих каналів?
4. Автоматія серця. Провідна система серця.
5. Чому зміна проникності мембрани міоцитів провідної системи відіграє важливу роль у формуванні потенціалу дії.
6. Як зміниться частота серцевих скорочень за умов виключення s-a вузла?

7. Поясніть, чому частота власної ритмічної активності клітин синусового вузла, атріовентікулярного вузла і системи Гіса-Пуркінє різні?
8. Яка роль другої Лігатури Станіуса? Як накладання лігатури Станіуса впливає на скорочення різних відділів серця жаби?
9. Гемодинамічна функція серця. Фазова структура серцевого циклу.
10. Методи дослідження серця. Сучасні методи оцінки функціональної діяльності серця.
11. Механічні, звукові та електричні прояви роботи серця.
12. Поясніть причини виникнення I та II тонів серця. Чому тони серця вислуховують на різних точках грудної клітки?
13. Електрокардіографія як метод дослідження динаміки збудження в серці.
14. Про що може свідчити подовження PQ інтервалу.
15. Про що може свідчити подовження QT інтервалу.
16. Як розрахувати частоту серцевих скорочень на ЕКГ?
17. Регуляція діяльності серця. Нервова регуляція діяльності серця.
18. Як зміниться частота серцевих скорочень за дії адреналіну.
19. До чого призводить обробка серця жаби атропіном. Як змінюється серцева діяльність? Поясніть механізм дії.
20. Рефлекторна регуляція діяльності серця. Вплив екстракардіальних нервів на серце.
21. Гуморальна регуляція діяльності серця. Вплив іонів на серце (Na^+ , K^+ , Ca^{2+}), вплив гормонів.
22. Кровоносні судини. Функціональна класифікація кровоносних судин.
23. Кров'яний тиск (артеріальний та венозний), його вимірювання.
24. Як змінюється частота серцевих скорочень та артеріальний тиск за зміни положення тіла та рухової активності?
25. Що таке систолічний та минутний обсяги крові. Об'ємна та лінійна швидкість руху крові.
26. Поясніть походження артеріального пульсу. Способи його вимірювання.
27. Кровообіг у капілярах.
28. Нервова й гуморальна регуляція кровообігу. Регуляція просвіту судин.

Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

1. Які фізіологічні властивості міокарда відображують зубці, сегменти й інтервали ЕКГ?

- А. Збудливість, скоротність, рефрактерність
- В. Збудливість, автоматизм, скоротливість
- С. Збудливість, провідність, автоматизм
- Д. Скоротність, автоматизм, провідність
- Е. Скоротність, рефрактерність, автоматизм

2. У пацієнта на ЕКГ виявлені збільшення тривалості інтервалу PQ. Що може бути причиною цього явища?

- А. Порушення автоматизму СА-вузла
- В. Порушення провідності пучком Гіса
- С. Виникнення гетеротрофних осередків збудження
- Д. Порушення провідності від передсердя до шлуночків
- Е. Порушення AV-вузла

3. У людини на ЕКГ виявлено, що інтервал RR дорівнює 1,5 с. У якій ділянці провідникової системи розташований водій ритму?

- А. Пучок Гіса
- В. Синусовий вузол
- С. AV-вузол
- Д. Ліва ніжка пучка Гіса
- Е. Права ніжка пучка Гіса

4. Зубець Р на ЕКГ відображує деполяризацію:

- А. Обоє передсердь
- В. Лише правого передсердя
- С. Лише лівого передсердя
- Д. Вузол Кіса - Фляка
- Е. Пучка Гіса

5. Про яку патологію свідчить кардіограма, на якій інтервали R–R не є однаковими і коливаються від 0,6 до 1,0 мм?

- А. Напад стенокардії
- В. Порушення ритму серця
- С. Інфаркт міокарда
- Д. Гіпертрофія лівого шлуночка
- Е. Усі відповіді невірні

6. Під час зміни горизонтального положення на вертикальне у людини зменшується об'єм повернення крові до серця, що викликає:

- А. Зменшення об'єму систоли крові
- В. Прискорення ЧСС
- С. Зменшення впливу блукаючого нерва
- Д. Збільшення впливу симпатичної нервової системи на серце
- Е. Усі відповіді вірні

7. Боксерові на рингу суперник завдав удару в епігастральну ділянку. Який рефлекс змінить роботу серця?

- А. Генрі - Гауера
- В. Бецольда - Яриша
- С. Гольца
- Д. Даніні - Ашнера
- Е. Бейнбріджа

8. Рефлекс Генрі - Гауера – це:

- А. Ослаблення діурезу під час розтягування лівого передсердя
- В. Ослаблення роботи серця під час натискання на очні яблука
- С. Зменшення роботи серця під час підвищення тиску в каротидному синусі
- Д. Збільшення діурезу під час розтягування стінок лівого передсердя
- Е. Ослаблення роботи серця під час подразнення внутрішніх органів

9. Закон Старлінга для міокарда:

- A. Не діє за умов серцевої недостатності
- B. Не діє за умов навантаження
- C. Пояснює посилення серцевих скорочень під час навантажень
- D. Пояснює підвищення ХОК за умов збільшення венозного повернення крові
- E. Пояснює збільшення ХОК у результаті стимуляції симпатичних нервів, що іннервують міокард

10. Подразнення симпатичних нервів серця чинять:

- A. Негативний іно-, хроно-, батмо-, дромотропний ефекти
- B. Позитивний іно-, хроно-, батмо-, дромотропний ефекти
- C. Негативний іно-, дромотропний ефекти
- D. Негативний хроно-, батмо-, дромотропний ефекти
- E. Позитивний дромотропний ефект

11. Відносно лінійної швидкості кровотоку правильним є таке ствердження:

- A. Лінійна швидкість кровотоку є найбільшою в капілярах
- B. Прямо пропорційна об'ємній швидкості кровотоку і зворотно пропорційна площі поперечного перерізу судин
- C. Не залежить від діаметра судин
- D. Лінійна швидкість кровотоку в аорті найменша
- E. Її величина в аорті та капілярах однакова

12. Якщо радіус судини зменшиться удвічі, то, згідно з формулою Пуазейля, периферійний опір:

- A. Не зменшиться
- B. Зменшиться в 16 разів
- C. Зменшиться в 27 разів
- D. Збільшиться в 9 разів
- E. Збільшиться в 16 разів

13. Час повного кровообігу в стані спокою приблизно становить:

- A. 15 с
- B. 23 с
- C. 120 с
- D. 10 хв
- E. 25 хв

14. Як змінюється лінійна швидкість кровотоку в різних відділах судинного русла?

- A. Однакова в усіх відділах системи кровообігу
- B. Змінюється за ходом судинного русла
- C. Змінюється лише в капілярах
- D. Змінюється лише в артеріолах
- E. Залежить від тривалості серцевого циклу

15. Артеріальний тиск максимальний під час:

- A. Ізометричного скорочення шлуночків
- B. Швидкого вигнання крові з шлуночків
- C. Повільного вигнання крові з шлуночків
- D. Протодіастолі
- E. Ізометричного розслаблення шлуночків

16. Після фізичного навантаження збільшився АТ крові. Чому?

- A. Збільшився об'єм циркулюючої крові
- B. Збільшилася кількість функціонуючих капілярів
- C. Збільшилася кількість Нb
- D. Збільшилася кількість іонів K^+ у плазмі крові
- E. Збільшився вміст води у плазмі крові

17. У якій частині судинного русла найменша лінійна швидкість кровотоку?

- A. Аорта
- B. Артерія
- C. Артеріола
- D. Капіляри
- E. Вена

18. У жінки 30 років хвилинний об'єм крові дорівнює 5 л/хв. Який об'єм крові проходить у неї через судини легенів за 1 хв?

- A. 5 л
- B. 3,7 л
- C. 2,5 л
- D. 9 л
- E. 1,5 л

19. Як змінюється загальний об'єм кровообігу головного мозку під час фізичного навантаження порівняно з періодом відпочинку?

- A. Збільшується
- B. Зменшується
- C. Не змінюється
- D. Різко знижується до 0
- E. Усі відповіді невірні

20. У якому з перерахованих органів проникність капілярів найбільша?

- A. Головний мозок

- B. Серцевий м'яз
- C. Задній гіпофіз
- D. Печінка
- E. Тонка кишка

21. З дією якої речовини пов'язане збільшення капілярного кровотоку?

- A. Серотоніну
- B. Реніну
- C. Гістаміну
- D. Катехоламінів
- E. Вазопрессину

22. Чим визначається безперервний кровотік у капілярах?

- A. Наявністю клапанів у венах
- B. Великою масою циркулюючої крові
- C. Еластичністю аорти й артерій
- D. В'язкістю крові
- E. Зменшенням лінійної швидкості кровотоку

Відповіді: 1 C; 2 D; 3 C; 4 A; 5 B; 6 E; 7 C; 8 D; 9 D; 10 B; 11 B; 12 E; 13 B; 14 B; 15 B; 16 A; 17 D; 18 A; 19 C; 20 D; 21 C; 22 C.

Ситуаційні завдання

1. У ссавців маса серця в середньому становить 0,58 % від маси тіла. Відхилення від цієї величини в різних видів відносно невелике. Проте у найдрібніших ссавців – землерийок (маса тіла 2,5–4,0 г) серце непропорційно велике – 1,7 % від маси тіла (майже втричі більше, ніж можна було очікувати). Поясніть цю особливість.
2. У людини почався напад тахікардії. Під рукою немає жодних необхідних ліків. Поясніть, як можна спробувати допомогти людині у даній ситуації.
3. Під час подразнення змішаного вагосимпатичного стовбура у жаби спочатку спостерігається вагусний ефект – зупинка серця, а потім

симпатична післядія – почастішання роботи серця після припинення подразнення. Поясніть причину симпатичної післядії.

4. Поясніть, як зміниться ЧСС, якщо зробити новокаїнову блокаду обох блукаючих нервів на шиї. Чому?

5. З рівняння Пуазейля виходить, що об'ємна швидкість крові значно залежить від радіуса судини. Вона пропорційна четвертому ступеню радіуса. Поясніть, чим зумовлена настільки висока залежність.

Відповіді до ситуаційних завдань

1. Відомо, що зі зменшенням розмірів тіла значно збільшується інтенсивність метаболізму на одиницю маси, тому різко зростає ЧСС, оскільки робота серця направлена на забезпечення необхідної величини ХОК і задоволення потреби організму в кисні. У землерийок ЧСС досягає своєї фізіологічної межі за 1200–1300 уд/хв, тому отримати необхідну величину ХОК вони можуть лише за рахунок збільшення розмірів міокарда.

2. На роботу будь-якого органа можна впливати трьома шляхами – хімічними факторами (ліки), фізичними (фізіотерапія) і власними механізмами організму, в першу чергу рефлекторними. У даному випадку найпростіше спробувати використати рефлекс Даніні-Ашнера (окосерцевий) або натиснути на шиї на ділянки біфуркації сонних артерій, де знаходяться рецептори каротидного синуса.

3. Відомо, що при одночасному подразненні волокон блукаючого і симпатичного нервів переважає дія вагуса. У закінченнях блукаючого нерва виділяється ацетілхолін (АХ), у закінченнях симпатичного – норадреналін (НА); АХ руйнується дуже швидко за рахунок дії холінестерази; руйнування ж НА моноамінооксидазою відбувається повільніше. Це і дозволяє проявитися симпатичній післядії.

4. Величина ЧСС збільшиться, оскільки в цьому випадку знімається гальмівна дія на серце блукаючих нервів.

5. Шар рідини, безпосередньо прилеглий до стінки судини, практично не тече. Цей шар гальмує сусідній шар і так далі. Чим вужча судина, тим вплив цього фактора більший, і навпаки. У широкій судині пристінкове тертя мало впливає на центральні шари рідини. Це і є та додаткова причина, яка сприяє значному збільшенню об'ємної швидкості при збільшенні радіуса судини. Таким чином, основні фактори, що пояснюють настільки високу залежність об'ємної швидкості кровотоку від радіуса судини, – це стінки судини і пристінковий шар рідини.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Агаджанян Н. А. Нормальная физиология :учебник для мед. вузов / Н. А. Агаджанян. – М.: МИА, 2007. – 725 с.
2. *Альтернативні методи викладання фізіологічних дисциплін* / Ю. В. Боянович, О. В. Жигаліна, Л. В. Коба [та ін.]. – Харків, 2012. – 72 с.
3. *Ганонг В. Фізіологія людини* / Вільям Ганонг. – Переклад з англ. Львів: БаК, 2002 – 784 с.
4. *Нормальна фізіологія*. За ред. В. І. Філімонова, К.: Здоров'я, 2010.– 608 с.
5. *Нормальная физиология человека* / Под ред. Б. И. Ткаченко. М. : Медицина, 2005. – 928 с. [<https://www.webmedinfo.ru/normalnaya-fiziologiya-cheloveka-tkachenko-b-i.html>]/
6. *Физиология человека* / Под ред. Г. И. Косицкого. – М.: Медицина, 1985. – 544 с.
7. *Фізіологія :навчальний посібник* / О. А. Кащенко, О. М. Поспелов, С. Л. Ляшенко, Г. О. Волохова / за ред. проф. О. А. Шандри. – Одеса : ОНМедУ, 2012. – 288 с. (Серія «Бібліотека студента-медика»).
8. *Фізіологія людини. Навчальний посібник* / Є. О. Яремко, Л. С. Вовканич, Д. І. Бергтраум. [та ін.] – Львів : ЛДУФК, 2013. – 208 с.
9. *Філімонов В. І. Фізіологія людини : підручник* / В. Ф. Філімонов. – К. : Медицина, 2010. – 816 с.
10. *Філімонов В. І. Фізіологія людини у питаннях і відповідях : навч. посібник* / В. І. Філімонов.– Вінниця : Нова книга, 2009. – 488 с.
11. *Чайченко Г. М. Фізіологія людини і тварин* / Г.М.Чайченко, В. О. Цибенко, В. Д. Сокур. – Київ: Вища школа, 2003. – 464 с. . [<http://www.booksmed.com/fiziologiya/956-fiziologiya-lyudini-i-tvarin-chajchenko.html>]

12. Інтернет ресурси

1. <http://meduniver.com/Medical/Physiology>
 2. <http://www.medicinform.net/human/fisiology.htm>
 3. <http://humbio.ru/humbio/physiology/0005e445.htm>
 4. «Виртуальна фізіологія» «LuPraFi-Sim»:
<http://www.ukraine-projekt.de/download.html?n=238>
 5. «Визначення осмотичної резистентності еритроцитів»
<https://www.youtube.com/watch?v=Qssw6epaVhQ>
 6. «Сітка лічильної камери Горяєва під мікроскопом»
[https://www.youtube.com/watch?v=8FpQpCbyQLc\)%](https://www.youtube.com/watch?v=8FpQpCbyQLc)%)
 7. «Підрахункові еритроцитів у камері Горяєва»:
<https://www.youtube.com/watch?v=zXlOZ8abgKA>
 8. «Підрахунок лейкоцитів в камері Горяєва» :
https://www.youtube.com/watch?v=2VzY7otQ_5k
 9. «Визначення кількості гемоглобіну у крові»
<https://www.youtube.com/watch?v=if0NdLGzIs8>
 10. «Приготування мазка крові»
<https://www.youtube.com/watch?v=P4qmxTK5tJw>
 11. «Підрахунок лейкоцитарної формули»
<https://www.youtube.com/watch?v=sReOVQt-Gbo>
 12. «Групи крові» <https://www.youtube.com/watch?v=92N8tOtLYvs>
 13. «Визначення груп крові»
<https://www.youtube.com/watch?v=JLBli8fUYy0>
 13. «Визначення згортання крові за Сухаревим»
<https://www.youtube.com/watch?v=4g7XOWmHs3A>
 14. «Визначення часу припинення кровотечі за Дьюком»
<https://www.youtube.com/watch?v=m8nQ6jM57B4>
<https://www.youtube.com/watch?v=m8nQ6jM57B4>
 15. «Накладання лігатур Станніуса»
https://www.youtube.com/watch?v=0Y67O-GP6G8&ab_channel=SPbGPMUPhysiology
 16. «Електрокардіограма»
https://www.youtube.com/watch?v=BZ_3BvZv0vs&ab_channel=Med%21y
 17. «Вимірювання артеріального тиску»
https://www.youtube.com/watch?v=3JkidDJkk_M
- «Капіляроскопія» https://www.youtube.com/watch?v=jtWHl8bJ9-k&ab_channel

Навчальне видання

**Гладкій Тетяна Володимирівна, Майкова Ганна Вікторівна,
Кириленко Наталя Анатоліївна, Еберле Лідія Вікторівна,
Макаренко Ольга Анатоліївна.**

Фізіологія людини

**Частина 2. Лабораторні роботи та завдання для перевірки
знань**

Змістові модулі 4-5. Кров. Кровообіг

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
для студентів вищих навчальних закладів
до лабораторних занять

В авторській редакції

Підп. до друку. 21.10.2021. Формат 60x84/16.
Ум.-друк. арк.5,46. Тираж 37 пр.
Зам. № 2326.

Видавець і виготовлювач
Одеський національний університет
імені І. І. Мечникова

Україна, 65082, м. Одеса, вул. Єлісаветинська, 12
Тел.: (048) 723 28 39. E-mail: druk@onu.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4215 від 22.11.2011 р.