

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Кафедра біології

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ З ВИКОНАННЯ
ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ З КУРСУ
«ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ І ТВАРИН»**

(для студентів спеціальності 091– «Біологія»
освітньої програми «Біологія»
факультету плодоовочівництва, екології та захисту рослин)

Умань – 2022

Методичний посібник для викладачів і студентів розроблений у відповідності з типовою програмою з курсу “Фізіологія людини і тварин”, для здобувачів вищої освіти спеціальності 091 – «Біологія» освітньої програми «Біологія» – Умань: Уманський НУС, 2022. 131 с.

Укладачі: Розборська Л.В. кандидат с.-г. наук, доцент

Рецензенти:

Затверджено і рекомендовано до друку кафедрою біології (протокол № 2 від 29 серпня 2022 року) та згідно рішення науково-методичної комісії факультету плодоовочівництва, екології та захисту рослин (протокол № 1 від 31 серпня 2022 року).

ПЕРЕДМОВА

Фізіологія людини і тварин є однією з основних біологічних дисциплін, тому відіграє важливу роль у пізнанні явищ живої природи. Ця дисципліна має велике теоретичне й практичне значення при дослідженні процесів життєдіяльності організмів.

Курс «Фізіологія людини і тварин» є фундаментальним для спеціаліста–біолога. Знання про функціонування клітин, тканин, органів, систем органів та організму в цілому, як найскладнішої функціональної системи, є основою для має велике теоретичне і практичне значення формування наукового світогляду майбутнього спеціаліста, викладача або науковця. Фізіологія людини та тварин досліджує механізми функціонування, регуляції та інтеграції всіх систем органів, біохімічне підґрунтя та молекулярні основи життєдіяльності, діапазон реалізації функцій організму людини. Також розглядаються зміни організму здорової людини в різних функціональних станах та умовах.

Метою при вивченні курсу є формування у студентів адекватних наукових уявлень про закономірності життєдіяльності живого організму, його функціональних систем, органів, тканин, клітин та структурних елементів клітин. Вивчення цих функцій, за допомогою об'єктивних методів дослідження, є основою для формування наукового світогляду майбутнього спеціаліста–біолога, викладача або науковця.

З практичної точки зору студентів необхідно ознайомити із сучасними методами дослідження фізіологічних функцій та навчити застосовувати деякі з них на практиці, що є фундаментом для формування навичок функціональної діагностики. А також їх навчити адекватно оцінювати функціональні можливості здорової людини.

ІНСТРУКЦІЯ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

ПРИ ПРОВЕДЕННІ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

1. Дотримання вимог інструкції обов'язкове для студентів та викладачів.
2. Перебування сторонніх осіб у кабінеті у момент проведення експерименту можливе тільки з дозволу викладача.
3. Під час заняття студенти повинні бути в білих халатах.
4. До проведення лабораторної роботи студент допускається у разі здачі теоретичної частини даної теми.
5. При проведенні роботи забороняється використовувати прилади, які вийшли з ладу або мають пошкодження, а також прилади, що не мають прямого відношення до виконуваної роботи. При використанні конкретного приладу слід дотримуватись правил техніки безпеки при роботі з ним.
6. У лабораторії категорично забороняється: вживати їжу, захарашувати проходи особистими речами, виносити будь-які реактиви та обладнання.
7. При травмуванні (порізи, опіки), а також при поганому самопочутті студенти повинні негайно сповістити про це викладача або лаборанта.
8. Забороняється виливати в каналізацію робочі розчини та органічні рідини, вони повинні зливатись у призначений спеціально для цього посуд. Використані препарати та рештки піддослідних тварин (при гострих дослідах) прибираються у спеціально відведені місця.
9. Черговий повинен отримати у лаборанта реактиви та обладнання та підготувати лабораторію до заняття.
10. Після закінчення експерименту проводиться прибирання робочих місць .
11. При виникненні у лабораторії під час заняття аварійної ситуації (пожежа, сторонні запахи, аварії водогону, тощо) не допускати паніки і дотримуватись вказівок викладача.

ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДІВ

Бережливе ставлення до піддослідної тварини і однотипні умови проведення досліду є необхідною передумовою для отримання чітких і тотожних результатів у експериментах.

Необхідно уважно слідкувати за тим, щоб під час гострих дослідів відпрепаровані м'язи, нерви, кровоносні судини не підсихали (для цього їх необхідно періодично змочувати фізіологічним розчином). Нерви у проміжках між подразненнями у ряді випадків доцільно знімати з електродів і занурювати у тканини.

В гострих спробах після препарування слід робити 5–10 хвилинну перерву, використовуючи цей час на перевірку апаратури і первинних записів у зошит протоколів досліду.

Кожний дослід повинен супроводжуватись веденням протоколу, в якому виділяють:

- Хід роботи(відмічають усі умови досліду),
- Результати експерименту (бажано представляти у вигляді графіків або таблиць).
- Висновки.

НАДАННЯ ПЕРШОЇ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ У РАЗІ ВІДПОВІДНИХ СИТУАЦІЙ.

ОТРУЄННЯ РОЗБАВЛЕНИМИ РОЗЧИНАМИ КИСЛОТ.

1. випити 4-5 стаканів теплої води і викликати блювання,
2. випити стільки ж розчину оксиду магнію у воді і знову викликати блювання.
3. зробити два промивання шлунку чистою теплою водою (не менше бл).

ОТРУЄННЯ КОНЦЕНТРОВАНИМИ РОЗЧИНАМИ КИСЛОТ.

При потраплянні всередину концентрованих кислот і при втраті свідомості забороняється викликати штучне блювання, застосовувати карбонати та гідрокарбонати як протиотруту (замість оксиду магнію). У цьому випадку необхідно терміново викликати лікаря.

ОТРУЄННЯ ЛУГАМИ.

1. випити 4-5 стаканів теплої води і викликати блювання,
2. випити стільки ж водного розчину оцтової кислоти (2%)
3. зробити два промивання шлунку

ОПІКИ.

При будь-яких опіках забороняється користуватись жирами для обробки обпеченої ділянки та застосовувати фарбуючі речовини (розчини перманганату калію, брильянтоовий зелений, йодну настойку),

Опік I ступеня обробляють етиловим спиртом і накладають суху стерильну пов'язку.

У всіх інших випадках після охолодження місця опіку накладають стерильну пов'язку і звертаються за медичною допомогою.

При опіках їдкими речовинами останні видаляють з шкіри струшуванням або знімають пінцетом, сухим папером, скляною паличкою.

При опіках розчинами кислот або лугів останні змивають після струшування видимих краплин широким струменем прохолодної води (забороняється обробляти пошкоджену ділянку зволоженим тампоном).

Після видалення з шкіри травмуючої речовини пошкоджену ділянку обмивають розчинами оцтової кислоти або гідрокарбонату натрію (2%), потім сполоскують водою і накладають пов'язку з ріванолем або фурациліном.

ПОРІЗИ.

Необхідно зупинити кровотечу за допомогою жгута або перетискання судин.

Якщо рана забруднена, бруд видаляється тільки навколо місця пошкодження, але ні в якому разі не з глибинних шарів рани. Шкіру навколо рани знезаражують розчином йоду або брильянтовым зеленим і звертаються до медпункту.

Якщо після накладання жгута кровотеча продовжується, на рану накладають стерильний тампон, який змочують розчином перексиду водню (3%), потім стерильну салфетку і туго бинтують.

ПОТРАПЛЯННЯ ДО ОЧЕЙ ЇДКИХ РІДИН.

Очі промивають водою, потім розчином борної кислоти або гідрокарбонату натрію, у залежності від характеру речовини, що потрапила до очей. Після промивання очей чистою водою під повіки слід ввести 2 –3 краплі розчину альбуциду (30%).

ПІСЛЯ НАДАННЯ ПЕРШОЇ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ
НЕОБХІДНО ЗВЕРНУТИСЯ ДО ЛІКАРНІ.

РОЗДІЛ 1. ФІЗІОЛОГІЯ ЗБУДЖЕННЯ

Основні поняття розділу

Збудливість – можливість живої тканини реагувати збудженням на зовнішній вплив.

Збудження – процес функціональних змін живої тканини при подразненні.

Подразнення – процес впливу на живу тканину агентів із зовнішнього середовища.
Подразник – агенти зовнішнього та внутрішнього середовища, які викликають збудження.

Закони подразнення – закон сили, закон тривалості та закон градієнта.

Поріг – мінімальна сила подразника, яка викликає відповідну реакцію.

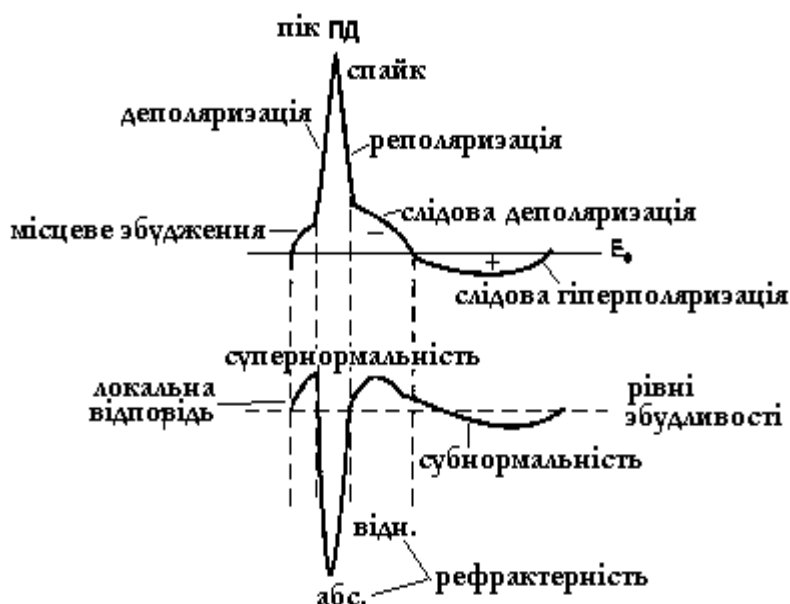
Реобаза – порогова сила подразнення для електричного струму.

Хронаксія – найменший час, протягом якого електричний струм рівний двом реобазам, повинен впливати на тканину, щоб викликати збудження.

Мембранний потенціал (потенціал спокою) – електрична поляризація мембрани клітини, що знаходиться у спокої. Виникає як результат різних електричних потенціалів зовнішньої та внутрішньої поверхні мембрани. *Потенціал дії (ПД)* – короткочасний електричний процес, який виникає у відповідь на достатнє по силі подразнення.

Нервовий імпульс (хвиля збудження, що поширюється) – потенціал дії для нервових клітин.

Лабільність – максимальна кількість ПД, яке може відтворити збудлива тканина.



Мал.1. Співвідношення фаз збудження з фазами збудливості.

ВИГОТОВЛЕННЯ НЕРВОВО-М'ЯЗОВОГО ПРЕПАРАТУ.

Мета. Ознайомитись із основними способами знерухомлення піддослідної тварини, навчитись препарувати та виготовляти нервово-м'язовий препарат.

Прилади та матеріали. Фізіологічний розчин (вода дистильована – 100 мл, хлорид натрію- 0,65 г), набір для препарування (лоток, дві пари ножиць, препарувальні голки, скляні гачечки, серветки, пінцет).

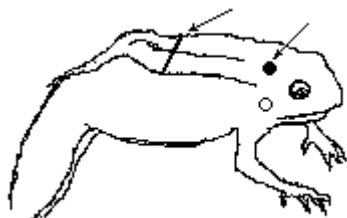
Об'єкт дослідження. Жаба

Питання для теоретичної підготовки. Предмет і значення фізіології, поняття: організм, фізіологічна функція, рефлекс, функціональна система; основні властивості живої тканини; подразливість та види подразників.

Завдання 1 Способи знерухомлення жаби.

1. Руйнування спинного та головного мозку.

Жабу беруть у ліву руку черевцем до долоні. Великим пальцем нахиляють голову жаби вниз. Знаходять невелике заглиблення позаду від потиличної кістки і вводять в субокципітальну ділянку кінець препарувальної голки на глибину 1-2 мм (до дотику з тілом хребця). Зробивши декілька поперечних рухів вістріям голки, відділяють головний мозок від спинного. Після цього повертають голку на 90° в напрямку до тулуба, входять в спинномозковий канал і руйнують спинний мозок. Виводять голку з спинномозкового каналу, вводять її в череп та руйнують головний мозок (Мал.2).



1. 2.

1 – Місце розрізання хребта;

2 – Місце введення препарувальної голки.

2. Декапітація з наступним руйнуванням спинного мозку.

Мал.2. Препарування жаби.

Жабу беруть в ліву руку, а правою вводять, як можна глибше в рот під задню частину верхньої щелепи, нижню браншу ножиць. Швидким рухом відрізають верхню щелепу на рівні заднього кінця барабанних перетинок (нижню щелепу зберігають). В отвір спинномозкового каналу вволять препарувальну голку і руйнують спинний мозок.

У цілому ряді дослідів використовується спінальний препарат жаби – жаба, в якій зруйнований головний і збережений спинний мозок.

Завдання 2. Фіксація жаби.

При препаруванні відповідних нервів та м'язів і проведенні досліджень спінальну жабу необхідно закріпити на пластинці нерухомо. Краще всього фіксувати її на корковій або парафіновій пластинці розміром 20x10 см.

Фіксуючи жабу на пластинці, дуже важливо добре натягнути її кінцівки, щоб вони були нерухомі і не заважали запису відповідних реакцій. Булавки необхідно протикати в

напрямку протилежному рухові кінцівки, інакше лапки будуть ковзати по булавці і фіксація не забезпечиться.

Завдання 3. Гострий дослід на спінальній жабі

Підготувати препарат спінальної жаби. Підвісити жабу в штативі, для чого проколоти гачком нижню щелепу і закріпити її корком. Дослід починати через кілька хвилин після того, як скінчиться різке збудження і пригнічення (спінальний шок). Послідовно з інтервалами у 2-3 хвилини робити подразнення шкіри задньої кінцівки жаби: *механічне* – поціпування пінцетом лапки, *хімічне* – накладання шматочків вати змоченої 0,5% розчином H₂SO₄. Після кожної дії змивати кислоту водою. *Температурне* – дотик до лапки нагрітою скляною паличкою. *Електричне* – нанесення поодиноких мінімальних подразнень. У кожному випадку відмічати характер відповідної реакції.

Зруйнувати у жаби спинний мозок та повторити дію тих же подразників.

На задній поверхні стегна жаби розрізати шкіру, розсунути скляним гачком м'язи, знайти і підняти сідничний нерв. Завдати нерву тих же подразнень та відмітити характер відповідної реакції.

Завдання 4. Виготовлення нервово-м'язового препарату та препарату ізольованого литкового м'яза жаби.

Знерухомлюють тварину. Ножицями перерізають хребет на 1 см вище куприкової кістки (Мал.2) і видаляють звисаючу передню частину тулуба та тканини черевної стінки разом із внутрішніми органами. Утримуючи однією рукою через серветку залишок хребта, другою рукою, через серветку, знімаємо шкіру з обох лапок і отримуємо препарат двох задніх лапок жаби (реоскопічні лапки).

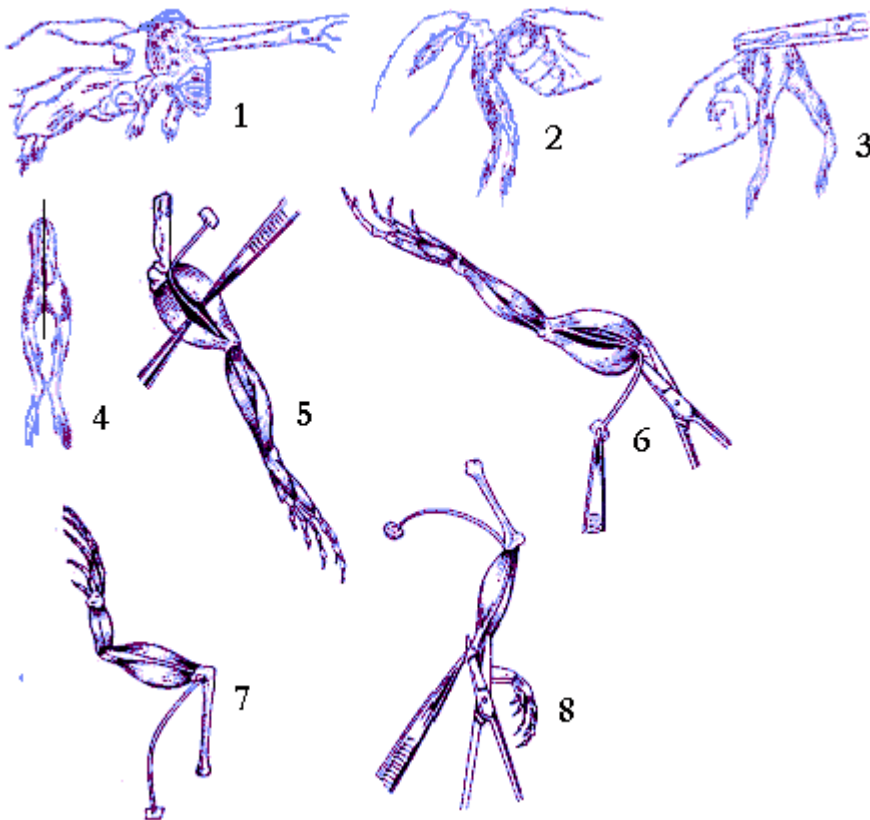
Надалі виготовляють препарат ізольованої лапки. З цією метою розміщують препарат так, щоб лапки звисали донизу під прямим кутом до хребта. Ножицями вирізають куприкову кістку – уростіль, який при такому положенні препарату видається доверху. Потім акуратно, поздовжнім розрізом, розділяють лапки по середній лінії хребців, що залишилися. Таким же чином розрізають лобкове зчленування.

Далі відпрепаровують литковий м'яз та сідничний нерв (під час препарування не слід торкатися ножицями до нерва). Для цього підводять під ахіловий сухожилок браншу ножиць, відділяють м'яз по всій довжині і підрізають нижче сесамовидної кістки.

Для препарування сідничного нерва стегно розташовують спинною стороною догори. М'язи стегна розводять препарувальними голками і скляними гачками. Відпрепаровують сідничний нерв по всій його довжині, піднімаючи його скляним гачком та підрізаючи навколишні тканини. Відрізаємо усі м'язи стегна (залишаючи вільною головку стегнової кістки), а також тазові кістки, залишаючи вільним нерв та приєднаний до нього шматочок хребта.

Утримуючи ахілове сухожилля пінцетом, відтягують м'яз в бік для відокремлення від фасцій що зв'язують його з іншими тканинами.

Потім перерізають гомілку нижче колінного суглоба, залишаючи шматочок гомілкової кістки. Таким чином, отримуємо нервово-м'язовий препарат, який складається з литкового м'яза, сідничного нерва, невеликого шматочка хребта і стегнової кістки. Готовий нервово-м'язовий препарат поміщаємо у чашку Петрі з фізіологічним розчином (Мал.3;4).



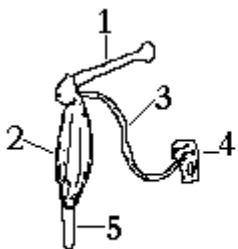
1-3 – препарування жаби;
7;8 – препарування

4 – реоскопічні лапки;
литкового м'яза.

5;6 – препарування
сідничного нерва;

Для виготовлення
препарату ізольованого
литкового м'яза нерв
відсікають повністю біля
самого м'яза.

Мал.3. Стадії приготування нервово-м'язового препарату



Мал.4 . нервово-м'язовий препарат

- 1 - стегнова кістка із голівкою;
- 2 - литковий м'яз;
- 3 - сідничний нерв;
- 4 - шматочок хребта;
- 5 - сухожилок литкового м'яза.

Питання для самопідготовки та контролю

- 1 Що таке спінальна жаба?
- 2 Із чого складаються реоскопічні лапки?
3. Як приготувати нервово-м'язовий препарат та препарат ізольованого литкового м'яза?
- 4 Пояснить, чому після руйнування спинного мозку немає відповідної реакції на подразнення шкіри?
- 5 Які подразники є адекватними та неадекватними для збудливих тканин?

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НЕРВА. ЗАКОНИ ПОДРАЗНЕННЯ.

Мета. Дослідити динаміку сили скорочення м'яза в залежності від сили подразнення. Оволодіти методикою визначення порогової збудливості тканин.

Прилади та матеріали. Фізіологічний розчин (0,65%, 0,9%), набір для препарування, електростимулятор, міограф, хронаксиметр, вата.

Об'єкт дослідження. Жаба.

Питання для теоретичної підготовки Загальна характеристика збудливих тканин. Параметри збудливості. Залежність між порогом подразнення і збудливістю. Характеристика законів подразнення. Класифікація подразників. Зміни у тканинах при збудженні.

Завдання 1. Порівняння реобазис нерва та м'яза.

Сідничний нерв нервово-м'язового препарату помістити на електроди стимулятора. Стимулятор вмикають в режим періодичної подачі імпульсів мінімальної амплітуди з частотою 1 Гц та тривалістю 1 мс. Знаходять мінімальну силу струму при якому спостерігається помітне скорочення м'яза. Ця сила струму і є реобаза для нерва.

Аналогічно знаходять реобазу для м'яза. Але у цьому випадку електроди потрібно накладати безпосередньо на м'яз.

Завдання 2. Пряме та непряме подразнення м'яза.

Затиснутий за стегнову кістку нервово-м'язовий препарат закріплюють на штативі так, щоб сідничний нерв можна було покласти на предметне скло, яке теж закріплюють на штативі. На такому препараті можна продемонструвати реакцію живого м'яза на різні подразники.

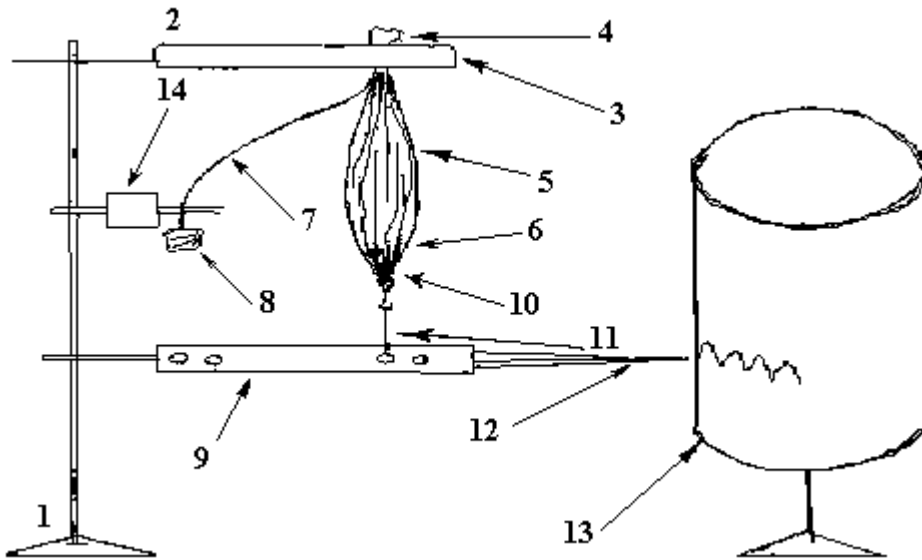
Непряме подразнення: доторкнутися до нерва нагрітою скляною паличкою; затиснути нерв пінцетом; вплинути електричним струмом; вплинути хімічним подразником (кислота, сіль).

Пряме подразнення: електроди прикладають безпосередньо до м'яза та спостерігають його скорочення при вмиканні та вимиканні електричного струму.

Експеримент можна провести і з одним ізольованим литковим м'язом жаби. У цьому випадку литковий м'яз закріплюють за верхній кінець гачком через колінний суглоб, а нижній кінець м'яза гачком з'єднують з тягарцем. Препарат подразнюють так само, як описано раніше.

Завдання 3. Дослідження залежності амплітуди скорочення м'яза від сили подразнення.

Приготувати нервово-м'язовий препарат та помістити його у чашку Петрі з фізіологічним розчином. Закріпити його у штативі міографа (Мал.5) .



Мал.5. Закріплення нервово-м'язового препарату у штативі.

1. Штатив; 2. Затискач; 3. М'язотримач; 4. Головка стегнової кістки; 5. Литковий м'яз; 6. Сухожилля; 7. Сідничний нерв; 8. Шматок хребта; 9. Міограф; 10. Гачок; 11. Нитка; 12. Перо; 13. Кімограф; 14. Електроди.

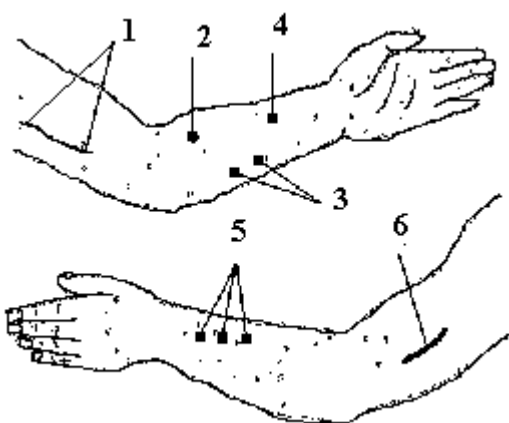
Увімкнути стимулятор в режим періодичної подачі імпульсів мінімальної амплітуди з частотою 1 Гц і тривалістю 1 мс. Поволі збільшуючи амплітуду стимулів, досягти тієї величини подразнюючого струму, при якій виникають первинні відповіді м'яза у вигляді мінімальних скорочень (порогова сила). Продовжуючи збільшувати амплітуду стимулу, переконатись в тому, що амплітуда скорочень м'яза пропорційно зростає. В подальшому настає момент, коли збільшення амплітуди подразнюючого струму не призводить до збільшення амплітуди скорочень м'яза (максимальне скорочення).

Збільшуючи силу подразнюючого струму знайти силу подразника, яка викликає зменшення амплітуди скорочення м'яза (песимальне скорочення).

Порівняйте параметри подразнюючих стимулів: порогові (мінімальні), зверхпорогові, максимальні, субмаксимальні, супермаксимальні, оптимальні та песимальні. При цих стимулах виникають різні за амплітудою скорочення м'яза.

Завдання 4. Хронаксиметрія.

Індиферентний (пасивний) електрод закріплюють на передпліччі правої руки піддослідного (Мал.6).



1. Серединний нерв;
2. Променевий згинач кисті;
3. Поверхневий згинач пальців;
4. Нижня точка серединного нерва;
5. Загальний розгинач кисті;
6. Променевий нерв.

Мал.6. Розташування рухових точок на руці (за Ербом).

Перемикач хронаксиметра встановлюють в положення для виміру реобазис (порогова напруга струму), при цьому хронаксиметр генерує імпульси струму великої тривалості. При напрузі струму 20-40 В знаходять активним (подразнюючим) електродом точку, подразнення якої викликає скорочення м'яза – на нижній точці серединного нерва лівої руки. Вона розташована на середній лінії передпліччя, на 2-3 см вище кисті. При сильному подразненні цієї точки спостерігається згинання і поворот кисті, при середньому - приведення великого пальця, при пороговому – легкий рух великого пальця.

Встановлюють усі показники хронаксиметра на 0. Визначають величину порогового подразника (реобаза).

Переводять перемикач з виміру реобазис на вимірювання хронаксис і подвоюють напругу струму (дві реобазис). Починаючи з мінімальних величин, збільшують тривалість імпульсів до появи скорочення м'язів і визначають хронаксис. При визначенні хронаксис відповідна реакція повинна бути такої ж інтенсивності, що і при визначенні реобазис.

Питання для самопідготовки та контролю.

- 1.Що таке пряме і непряме подразнення м'яза?
2. Дайте характеристику законів збудження.
3. Дати визначення порогового, підпорогового, надпорогового, максимального, субмаксимального, надмаксимального подразників.
4. Чому підпорогові подразники не викликають відповідної реакції?
5. Зміни на мембрані при дії порогового подразника.
- 6.Основні параметри мембранного потенціалу.
7. Основні параметри потенціалу дії.
8. Як переконатися, що при подразненні нерва у ньому виникає збудження?

Лабораторна робота № 3.

БІОЕЛЕКТРИЧНІ ЯВИЩА.

Мета. Довести існування біоелектричного струму у живих тканинах, відтворивши досліди Гальвані.

Прилади та матеріали. Фізіологічний розчин (0,7%), набір для препарування, електростимулятор, КЄД–5М, вата, пінцет Гальвані.

Об'єкт дослідження. Жаба , людина.

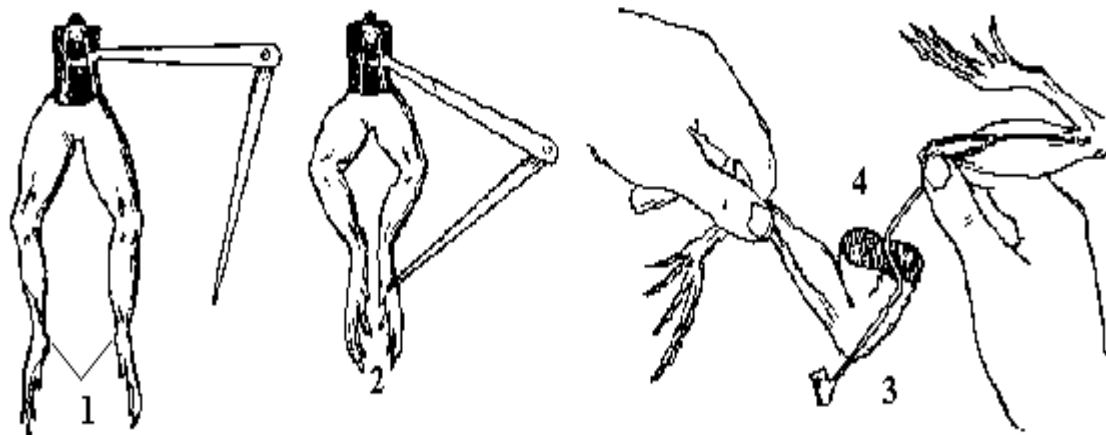
Питання для теоретичної підготовки. Характерні ознаки збудливості тканин. Основні ланки збудження в нервових та м'язових волокнах. Взаємний вплив збуджених та незбуджених ділянок тканин. Сучасні уявлення про будову мембран. Порівняльна характеристика мембранного потенціалу та потенціалу дії.

Завдання 1. Перший дослід Гальвані.

Готують нервово-м'язовий препарат двох задніх лапок жаби, не відділяючи їх одна від одної (реоскопічні лапки). Підводять одну браншу пінцету Гальвані під коринці крижового відділу спинного мозку, не торкаючись препарату другою браншею. При контакті другої бранші з м'язами стегна жаби виникає скорочення мускулатури всього препарату, частота якого відповідає частоті контактування (Мал.7).

На протязі всього досліду препарат необхідно досить часто зрошувати фізіологічним розчином.

Завдання 2. Другий дослід Гальвані. Частину м'яза нервово-м'язового препарату, яка прилягає до колінного суглобу пошкоджують. На пошкоджену ділянку м'яза скляними гачками накидають нерв так, щоб його середня частина торкалася до непошкодженої ділянки м'яза. Спостерігають відповідну реакцію (Мал.7).



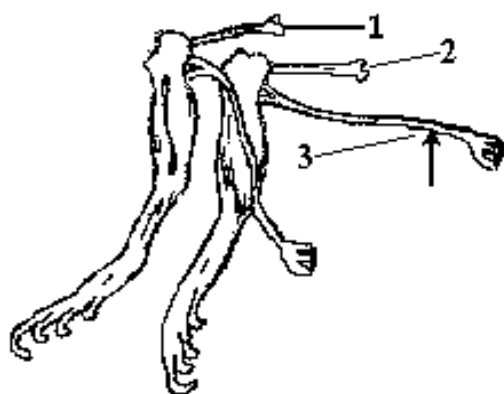
Мал.7.
Перший
та
другий
досліди

Гальвані.

1. Заведення пінцета під коринці крижового відділу спинного мозку;
2. Скорочення м'язів при дотику до пінцета;
3. Накидання нерва на неушкоджену ділянку м'яза;
4. Накидання нерва на ушкоджену ділянку м'яза.

Завдання 3. Третій дослід Гальвані (дослід Матеучі).

Готують два нервово-м'язових препарати жаби. М'язи стегна видаляють, а обидві лапки за стегнову кістку закріплюють у тримачах. Нерв одного препарату розміщують на електродах, а нерв іншого – вздовж литкового м'яза першого. Викликаючи ритмічними подразненнями нерва скорочення м'язів першого препарату, спостерігають за скороченнями другого (мал.8).



1;2 – перший та другий нервово-м'язовий препарати;

3 – електроди

Мал.8. Дослід Матеучі

Завдання 4. Визначення оптичної та м'язової ребази у людини.

При однополюсному дослідженні, поєднаний з (+) полюсом неактивний електрод, поверхня якого повинна бути не менше ніж 150 см², закріплюють на досліджуваному із застосуванням теплої вологої прокладки (розміром більше за електрод).

Активний однополюсний електрод-переривач з'єднують з (-) полюсом. Накінечники проводів від електродів підключають до клем 1, а перемикач вихідних клем теж установлюють у положення 1. На пуповчастий вільний кінець активного електрода заздалегідь накладають невелику кількість вати з марлею, змоченою фізіологічним розчином.

При однополюсному приєднанні активний електрод розміщують біля ока та поступово підвищують струм (спочатку гальванічний, а потім тетанізуючий) намагаючись отримати світлову пляму або спалах світла у очах. Це і є мінімальна порогова сила – реобаза або явище фосфена.

Якщо не вдається отримати скорочення м'язів, застосовують 2-х полюсне дослідження. 2 провoda від 2-х полюсного електрода поєднують з клемми П (перемикач клем – теж у положенні П).

Само дослідження проводять аналогічно з однополюсним. Вільні кінці 2-х полюсного електрода встановлюють вздовж м'яза, що досліджується, на місцях його переходу у сухожилок. Спочатку дослідження проводять при малих струмах (перемикач Т-5, Т-10 ("1", "5" – постійний струм), "10" - імпульсний). Якщо цього мало, перемикач переводять у положення, що забезпечує можливість використання великих струмів(Т-20 та Т-50) – перемикач "струм пацієнта".

Дані заносять у таблицю. Знаходять середні величини. Порівнюючи оптичну та м'язову реобазу.

Завдання 5. Розв'язування фізіологічних задач.

1. Поріг подразнення електричним струмом у одного м'яза 2В, у другого - 3В. У якого м'яза збудливість вище?
2. Після трудового дня у працівника поріг слухової чутливості змінився із 5дБ до 12дБ. Як змінилася збудливість органу слуху?
3. Як визначити рівень збудливості органу зору людини?
4. При нанесенні сильного подразнення м'яз не скорочується. Про що це свідчить?
5. Чому футболіст, що отримав невелику травму, може продовжувати гру після обробки травмованої ділянки хлоретилом?

Питання для самопідготовки та контролю.

1. Поясніть перший дослід Гальвані.
2. Поясніть другий дослід Гальвані та принципову різницю між першим та другим дослідом.
3. Поясніть виникнення струмів дії у досліді Матеучі.
4. Чим зумовлене явище напівпроникності іонів через мембрану? Принцип дії натрій-калієвого насосу.
5. Активний та пасивний транспорт іонів.
6. Поясніть полярний закон подразнення. Яке значення має феномен біоелектричного струму в науці та на практиці?
7. Якщо б клітинна мембрана була абсолютно непроникна для іонів, як би змінилася величина потенціалу спокою?
8. Величина потенціалу спокою, навіть при відсутності впливу на клітину, починає змінюватися. З чим це пов'язано?

ПРОВІДИМІСТЬ НЕРВА ТА М'ЯЗА. ЯВИЩЕ ПАРАБІОЗУ.

Мета. Дослідити провідність нерва та м'яза в різних умовах. Ознайомитись з явищем парабіозу.

Прилади та матеріали. Набір для препарування, міограф, кімограф, електростимулятор, вилчкові електроди, вата, нитки, 1% розчин KCl, фізіологічний розчин, ефір або хлороформ, серветки.

Об'єкт дослідження. Жаба.

Питання для теоретичної підготовки. Парабіоз, його фази та їхня сутність. Лабільність. Закон "Все або нічого". Закони проведення імпульсу по нервовому волокну.

Завдання 1. Спостереження фаз парабіозу.

Приготувати нервово-м'язовий препарат та закріпити його у міографі. Подразнюючи нерв поодинокими стимулами, реєструвати на кімографі криві м'язового скорочення. Визначити силу подразнення для одержання слабкого і сильного скорочення м'яза.

На нерв (приблизно посередині) накласти шматочок вати, змочений 1% розчином KCl. Через 8 – 10 хв провести подразнення нерва, розташовуючи електроди вище пошкодженої ділянки. Нанести слабкі та сильні подразнення і записати скорочення м'яза на кімографі. Через деякий час можна спостерігати, що і при слабкому, і при сильному подразненні реєструються однакові за амплітудою скорочення. Це свідчить про настання *зрівняльної фази* парабіозу. Продовжуючи подразнення зазначте *парадоксальну фазу* парабіозу, коли слабкі стимули викликають високо амплітудні скорочення, і навпаки. Згодом м'яз взагалі перестає скорочуватися при будь-якому подразненні, що характерно для *гальмівної фази* парабіозу. Нанесіть подразнення на ділянку нерва, розташовану ближче до м'яза по відношенню до місця пошкодження.

Завдання 2. Двосторонність проведення збудження по нерву.

Приготувати препарат задніх кінцівок жаби. Обережно відпрепарувати сідничний нерв від оточуючих тканин у нижній третині стегна, не пошкодивши нервові гілочки, що відходять до м'язів. Підняти сідничний нерв (скляним гачечком) і перерізати під ним стегнову кістку і м'язи, щоб розділені частини з'єднувалися тільки за допомогою сідничного нерва.

Подразнювати електричним струмом через вилчкові електроди відпрепаровану ділянку нерва. Спостерігати за відповідною реакцією ізольованих частин – скорочуються м'язи обох частин.

Завдання 3. Закон фізіологічної неперервності нерва.

Приготувати нервово-м'язовий препарат. Подразнюючи сідничний нерв електричним струмом, переконатися в наявності збудження в різних його ділянках. На середину нерва покласти ватний тампон, змочений ефіром. Щоразу через 5 – 10с подразнювати нерв вище наркотизованого місця. Зазначити, через який час м'яз перестане скорочуватися. Видалити тампон, промити нерв фізіологічним розчином і повторити подразнення. Зазначити час відновлення провідності нерва.

На щойно приготовленому нервово-м'язовому препараті перев'язати сідничний нерв ниткою (накласти лігатуру) посередині між м'язом і частинкою хребта, з якої виходять нервові корінці. Наносити подразнення електричним струмом на ділянці між лігатурою і хребтом. Спостерігати за наявністю чи відсутністю відповідної реакції.

Питання для самопідготовки та контролю.

1. За яких умов настають зрівняльна, парадоксальна, гальмівна фази парабіозу?
2. Які механізми зміни лабільності, збудливості та провідності нерва при парабіозі?
3. Поясніть, чому при подразненні нерва нижче місця пошкодження (ближче до м'яза) виникає відповідна реакція?
4. Які зміни виникають на поверхні мембрани при парабіозі?
5. У чому полягає закон двостороннього проведення збудження по нерву?
6. Поясніть механізм виникнення скорочення м'язів ізольованих ділянок при подразненні сідничного нерва.
7. В чому полягає закон фізіологічної безперервності нерва?

РОЗДІЛ 2. ФІЗІОЛОГІЯ М'ЯЗІВ.

Основні поняття розділу

М'язове волокно – основна найменша одиниця м'яза.

Типи м'язових волокон – повільні фазичні волокна окислювального типу, швидкі фазичні волокна окислювального типу, швидкі фазичні волокна з гліколітичним типом окислення, тонічні волокна.

Нейромоторна (рухальна) одиниця – функціональна одиниця скелетних м'язів. Складається із мотонейрона, аксон якого своїми розгалуженнями охоплює групу м'язових волокон.

Властивості м'язів – збудливість, провідність, скорочуваність, еластичність.

Поодиноке скорочення – виникає при подразненні поодиноким пороговим або надпороговим стимулом. Складається із латентного періоду, періоду розвитку напруги(скорочення) та періоду розслаблення.

Тетанус – сумація скорочень м'яза у живому організмі. В залежності від частоти подразнень розрізняють гладенький та зубчатий тетанус.

+Робота м'яза – енергія, що затрачується на переміщення тіла із певною силою на певну відстань($A=F \cdot S$). Розрізняють статичну та динамічну роботу.

Лабільність м'язів – швидкість розповсюдження хвилі збудження.

Мобільність м'язів – кількість скорочень м'яза за одиницю часу.

Автоматія – здатність гладких м'язів до самостійної (спонтанної) діяльності, тобто до автоматичного генерування потенціалу дії, який і приводить до скорочення м'яза.

Лабораторна робота № 5.

ФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ М'ЯЗОВОЇ ТКАНИНИ.

Мета. Вивчити функціональні особливості м'язів, такі як: поодиноке та тетанічне скорочення, лабільність та втома м'язів

Прилади та матеріали. Набір для препарування, міограф, кімограф, стимулятор, фізіологічний розчин, 0,5% розчин кислого фуксину (3 мл).

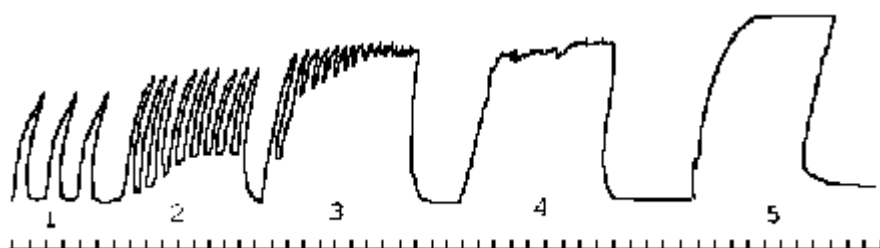
Об'єкт дослідження. Жаба.

Питання для теоретичної підготовки. Види м'язової тканини. Моторні одиниці. Передача збудження з нерва на м'яз. Види скорочень м'яза. Лабільність, оптимум та песимум частоти скорочень.

Завдання 1. Поодиноке та тетанічне скорочення м'яза.

Готують нервово-м'язовий препарат і закріплюють його в штативі, з'єднують з міографом і кладуть нерв на електроди. Включають стимулятор і визначають порогову силу подразнюючого струму поодинокими стимулами, досягають максимальних скорочень м'яза, збільшуючи силу струму. Записують декілька поодиноких скорочень м'яза.

Поступово збільшують частоту подачі подразнюючих імпульсів (5,10,20,30 Гц) до величини, коли кожний послідовний імпульс надходить до м'яза у фазу початку розслаблення – реєструють *зубчатий тетанус*. Плавно збільшують частоту стимуляції (100,200,300,400 Гц) і реєструють *гладенький тетанус*. Відмітити *оптимум* і *песимум* частоти подразнення для м'яза (мал.9).

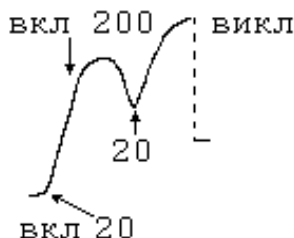


1 – поодинокі скорочення;
2-4 – зубчастий тетанус;
5 – гладкий тетанус.

Мал.9. Міограма литкового м'яза жаби

Завдання 2. Спостереження оптимума та песімуму частоти подразнення.

Нервово-м'язовий препарат закріпити в штативі. При частоті подразнення 20 імп/с підберіть амплітуду, що викликає оптимум скорочення. Записуючи на кімографі спостерігайте скорочення м'яза, як тільки воно досягне максимуму, збільшить частоту подразнення в 10 разів (200 імп/с). Відразу ж починається песімальне гальмування і відповідна реакція зменшиться. В момент значного зниження відповіді, поверніться до початкової частоти подразнення – спостерігається покращення відповіді, практично до оптимуму (мал.10).

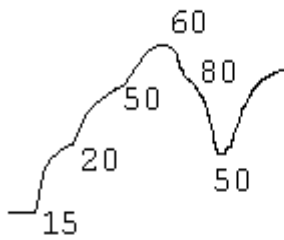


Мал. 10. Оптимум та песімум частоти подразнень.
20 - оптимальна частота;
200 - песімальна частота.

Завдання 3. Спостереження оптимума та песімуму сили подразнення.

Використовують той же препарат і такі ж самі параметри стимуляції (якщо збудливість зменшилася, треба збільшити частоту подразнень до 30-50 імп/с). Проводячи запис на кімографі, подразнюють препарат (амплітуда 10, 20, 30, 40, 50, 60 В і т.д.), спостерігаючи збільшення відповідної реакції разом зі збільшенням сили подразнення. Зареєструвати величину стимула, що викликає оптимальну реакцію.

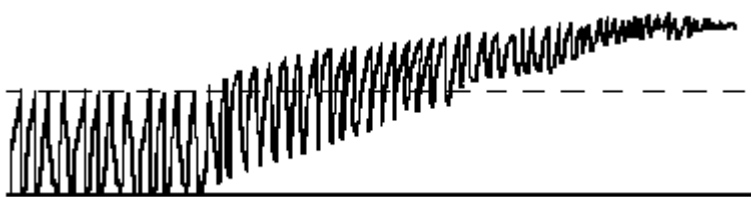
Збільшуючи подразнення, зафіксуйте момент, коли відповідна реакція зменшується не зважаючи на збільшення подразнення. Коли відповідна реакція зменшилася, переведіть перемикач амплітуди у положення оптимума (спостерігається оптимальна реакція) (мал.11).



Мал. 11. Оптимум та песімум сили подразнень.
Цифри вказують величину сили подразнення у одиницях стимулятора.

Завдання 4. Визначення лабільності м'яза та його втоми.

Нервово-м'язовий препарат тривалий час подразнюють з частотою 40-50 імп/с. Записуючи криву скорочення на кімографі спостерігаємо зменшення амплітуди та появу контрактур (неповного розслаблення м'яза після кожного скорочення). Крива з розвитком втоми все більше відрізняється від вихідного рівня. Після повної втоми м'яз перестає скорочуватись(мал.12).



Мал.12. Крива втоми м'яза.

Завдання 5. Стомлення м'яза

У стомленому м'язі нагромаджується молочна кислота, що зумовлює виникнення в ньому кислої реакції. Цей стан можна ілюструвати таким експериментом. Жабі за 12 годин до експерименту вводять під шкіру 3 мл розчину фуксину, а перед експериментом знімають шкіру із задніх кінцівок. На одній лапці відпрепаровують сідничний нерв і подразнюють його короткими струмами, що викликають тетанус. Такі подразнення повинні бути відділені паузами і проводяться до припинення скорочень м'яза. Потім переходять до подразнення електричним струмом самого м'яза, прикладаючи електроди безпосередньо до м'яза. Подразнення слід проводити протягом 15 – 20 хв.

Внаслідок втоми і розвитку кислої реакції м'яз забарвлюється в червоний колір: Індикатор фуксин набуває цього забарвлення у кислому середовищі.

Друга лапка зберігає звичайне забарвлення, бо попередньо введений фуксин знебарвлюється в лужному середовищі нестомленого м'яза. Через 15 – 20 хв після припинення подразнення стомлений м'яз набуває ще більш чіткого червоного забарвлення.

Питання для самопідготовки та контролю

1. Назвіть фази поодинокого скорочення.
2. Поясніть, чому м'яз скорочуються більше при гладкому тетанусі, ніж при зубчастому?
3. Чому висота тетанусу залежить від інтервалу подразнень?
4. Поясніть механізм оптимуму та песімуму м'яза.
5. Чому швидкі м'язи при скороченні споживають більше АТФ ніж повільні?
6. Як зміниться мінімальна частота подразнень, що викликає тетанус, якщо буде послаблена робота кальцієвого насоса? Чи можна зменшити цей ефект шляхом охолодження м'яза?
7. Будова моторної одиниці.
8. Поясніть механізм скорочення посмугованого та гладенького м'яза.
9. Які фізіологічні зміни виникають у втомленому м'язі?

ОСОБЛИВОСТІ СКОРОЧЕННЯ ГЛАДЕНЬКОГО М'ЯЗА.

ПЛАСТИЧНІСТЬ НЕЗБУДЖЕНОГО М'ЯЗА

Мета. Вивчити особливості скорочення гладенького м'яза. Дослідити пластичність незбудженого м'яза

Прилади та матеріали. Набір для препарування, фізіологічний розчин, міограф, кімограф, набір важків, нитки, електростимулятор.

Об'єкт дослідження. Жаба

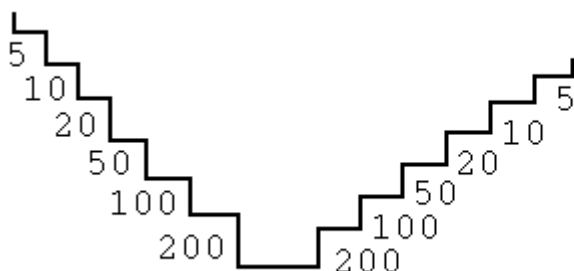
Питання для теоретичної підготовки. Сила і робота м'язів. Особливості функціонування гладеньких м'язів. Основні властивості м'язів. Еластичність м'яза.

Завдання 1 Запис скорочень гладенького м'яза.

Розрізають черевну порожнину жаби. Із середньої частини шлунку відпрепаровують кільце шириною 0,5 см. За допомогою лігатур (ниток), кільце розміщують на штативі між верхнім зажимом та пером самописця, відмічаючи на кімографі вихідну точку. Періодично шлунок змочують фіз. розчином. Електроди розміщують безпосередньо на шматочку шлунку. Подразнення (з частотою 1 імпульс/с) протягом 10-15 хвилин, так як латентний час, час скорочення та розслаблення гладенького м'яза досить тривалий. Проводять запис скорочення гладенького м'яза.

Завдання 2. Визначення еластичності незбудженого м'яза

Приготувати ізольований литковий м'яз. Закріпити його в штативі міографа, відмітити на кімографі вихідну точку. Послідовно до самописця навішуємо важки масою 5,10, 20, 50,100, 200 г, причому після кожного важка відмічаємо на кімографі відстань, на яку розтягнувся м'яз. Потім, у зворотному порядку важки знімають, також відмічаючи на кімографі відстань, на яку скоротився м'яз. Розрахуйте у відсотках різницю між величиною розтягнення та скорочення м'яза(мал.13).



Мал. 13. Крива еластичності незбудженого м'яза.

Завдання 3. Розв'язування фізіологічних задач.

1. На ізольованому скелетному м'язі поставлено три досліди. Спочатку м'яз подразнювали у звичайному стані. Потім попередньо розтягнули (помірно) та подразнювали струмом такої ж сили, і нарешті попередньо значно розтягнули і подразнювали таким же струмом. Як розрізнялася сила скорочення м'яза у цих дослідах? У чому причина цих розбіжностей?

2. Коли швидше наступить посмертне задубіння (рігор): якщо перед смертю мало місце тривале пригнічення тканевого дихання, або якщо такого пригнічення не було?
3. У досліді на тварині подразнювали нерви, що іннервують м'язи № 1 та № 2. Перший м'яз при цьому скоротився, а другий розслабився. Потім подразнювали безпосередньо кожний м'яз з частотою 15 имп/хв. У якому із цих м'язів виникло тривале скорочення типу тетанусу?
4. Із сечоводу та великої артерії вирізані шматочки однакової довжини та розміщені у фіз. розчині. Чи можна шляхом спостереження відрізнити одне від другого?

Питання для самопідготовки та контролю

1. Зробіть порівняльну характеристику посмугованого та гладенького м'язів.
2. Що таке латентний період скорочення?
3. Які основні властивості м'язів?
4. Чи може бути еластичність м'яза досконалою?
5. Чому при подразненні різних рухальних одиниць одного м'яза можна отримати скорочення різної сили?

Лабораторна робота № 7.

ВИЗНАЧЕННЯ СИЛИ ТА РОБОТИ М'ЯЗІВ.

Мета . Експериментально визначити силу та роботу на різних об'єктах.

Прилади та матеріали. Набір для препарування, фізіологічний розчин, міограф, кімограф, набір важків, нитки, електростимулятор, динамометри (кистьовий та становий)

Об'єкт дослідження. Жаба, людина.

Питання для теоретичної підготовки. Фактори, що визначають силу м'яза. Правило середніх навантажень. Оптимальне навантаження та оптимальний ритм. Механізм м'язового скорочення. Системи енергозабезпечення м'язового скорочення.

Завдання 1. Сила та робота м'яза при різних навантаженнях.

Приготувати препарат литкового м'яза і закріпити його в міографі. Підвісити до важельця міографа гачок для важків.

Записати скорочення м'яза, не обтяженого важком, при надпороговому подразненні.

Навісити важок (5,10, 20 г і т.д.), вручну повернути кімограф на 1-2 см і знову записати скорочення. Поступово збільшуючи навантаження реєструвати скорочення доти, доки на чергове подразнення (і важок) м'яз відповість ледь помітним скороченням. Відповідне цьому моменту навантаження і буде становити силу м'яза.

Заміряти висоту кожного скорочення у мм та обчислити для кожної ваги роботу і заповнити таблицю та скласти графік залежності роботи від величини навантаження. Відмітити оптимальне навантаження, при якому виконана максимальна робота.

Табл.1 Робота м'яза при різних навантаженнях.

Навантаження P(г)	Скорочення, записане на кімографі h(мм)	Робота м'яза у відносних одиницях, P·h
10		
і т.д.		

Завдання 2. Динамометрія людини.

- Визначення сили м'язів кисті.

Тримаючи динамометр у витягнутій руці стискати його пальцями з усією силою (без ривків). Записати показники для правої та лівої руки.

- Визначення сили м'язів становим динамометром.

Досліджуваний стає ногами на площадку динамометра і, тримаючись за рукоятку, встановлену на рівні колін, тягне її вгору (ноги повинні бути прямими). Записати результати.

- Визначення витривалості м'язів кисті.

Стоячи, досліджуваний відводить витягнуту руку з динамометром у бік під прямим кутом. Двічі виконує максимальне зусилля на динамометрі. Силу оцінюють за кращім результатом. Потім потрібно виконати 10-кратні зусилля (один раз у 5 с).

Рівень працездатності м'язів визначають за формулою:

$$P = \frac{(F1 + F2 + \dots + F10)}{n}$$

Показник зниження працездатності м'яза визначають за формулою:

$$S = \frac{(F1 - FMIN) \cdot 100}{FMAX}$$

F – величина м'язового зусилля.

Накреслити графік визначення сили і витривалості м'язів.

Питання для самопідготовки та контролю

1. Порівняти силу та витривалість м'язів на різних об'єктах.
2. Які фактори визначають силу м'яза?
3. Чим характеризується витривалість м'яза, та які фактори на неї впливають?
4. Чи співпадають фізичне та фізіологічне поняття роботи м'язів?
5. Правило середніх навантажень говорить про те, що будь-який м'яз здійснює найбільшу роботу при середніх навантаженнях. Намалюйте графік цієї залежності для трьох різних м'язів.
6. Чи можливо, щоб при робочій гіпертрофії м'яза його абсолютна сила не збільшувалася?
7. Уявіть собі, що у тварини є порожнистий орган, стінки якого мають не гладенькі, а посмуговані м'язи. Якими дослідями це можна з'ясувати?

РОЗДІЛ 3. ФІЗІОЛОГІЯ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

Основні поняття розділу.

Нервова система (НС) – система, що забезпечує регуляцію, координацію, інтеграцію усіх функцій організму та адаптацію до навколишнього середовища. Складається із центрального та периферичного відділів.

Нейрон – структурна одиниця НС, функції якого, отримання, переробка інформації та вироблення на неї відповіді.

Нервові волокна – аксони та дендрити нейронів, що складають периферичну НС. Розрізняють мієлінові та без мієлінові нервові волокна.

Рефлекс – реакція організму, що виникає на подразнення рецепторів та здійснюється за участю ЦНС. Розрізняють умовні та безумовні рефлекси.

Рефлекторна дуга – функціональна одиниця НС. Це послідовно з'єднаний ланцюг нейронів, що забезпечує здійснення реакції на подразнення. Складається із аферентного, центрального, еферентного відділів, що поєднані синапсами.

Нервовий центр – сукупність структур ЦНС, скоординована діяльність яких забезпечує регуляцію окремих функцій організму чи певний рефлекс.

Властивості нервових центрів – односторонність проведення збудження; іррадіація, сумація збудження; наявність синаптичної затримки; висока втомлюваність; пластичність; конвергенція та дивергенція; тонічна фонова активність; інтеграція; домінанта; цефалізація; трансформація ритму; посттетанічна потенціація; післядія.

Гальмування у ЦНС – активний процес, що зовні проявляється у пригніченні або послабленні процесу збудження та характеризується певною інтенсивністю та тривалістю.

Види гальмування - пресинаптичне, постсинаптичне, зворотне, пессимальне.

Синапс – контакт між елементами НС, а також між нервовою системою та іншими органами. Розрізняють: хімічні та електричні синапси.

Функції спинного мозку – провідникова (здійснює аферентну та еферентну іннервацію тулуба та кінцівок), рефлекторна(здійснює власні соматичні і вегетативні рефлекси та бере участь в рефлексах вищих відділів ЦНС).

Функції довгастого мозку – провідникова, рефлекторна(захисні, рефлекси травлення, підтримання пози). Бере участь у регуляції дихання та тону судин. Відходять 1X - X11 пари черепно-мозкових нервів.

Функції моста – провідникова, рефлекторна. Відходять X111 – V пара черепно-мозкових нервів.

Функції мозочка – регуляція пози та м'язового тону; сенсомоторна координація повних та цілеспрямованих рухів; координація швидких цілеспрямованих рухів, що здійснюються по команді півкуль мозку.

Функції середнього мозку – провідникова, первинний аналіз сенсорної інформації, життєво важливі безумовні рефлекси, регуляція рухів та пози. Відходять 1V - 1 пара черепно-мозкових нервів.

Функції проміжного мозку – провідникова, рефлекторна (розташовані вищі центри стовбура мозку, що здійснюють регуляцію всіх життєво важливих функцій організму). Складається із епіталамуса, таламуса та гіпоталамуса.

Функції переднього мозку – здійснює підкоркову та коркову регуляцію всіх життєво важливих функцій організму, забезпечує вищу нервову діяльність.

ВЛАСТИВОСТІ НЕРВОВИХ ЦЕНТРІВ.

Мета. Навчитись аналізувати властивості нервових центрів.

Прилади та матеріали. Набір для препарування, штатив, 2 стимулятора, фізіологічний розчин, розчини сірчаної кислоти (0,1; 0,3; 0,5; 1%), скляночки для кислоти, фільтрувальний папір, секундомір, посудина для обмивання жаби.

Об'єкт дослідження. Жаба.

Питання для теоретичної підготовки. Нервовий центр. Види сумації. Післядія, іррадіація збудження в нервових центрах. Явища оклюзії та полегшення. Трансформація ритму збудження.

Завдання 1. Просторова сумація.

Приготувати препарат спінальної жаби та закріпити його у штативі. До гомілки однієї з задніх лапок прикріпити електрод першого стимулятора, знайти реобазу та трохи зменшити силу струму (це величина підпорогового подразнення). Стимулятор вимкнути.

За допомогою другого стимулятора знайти величину підпорогового подразнення для іншої лапки і теж вимкнути стимулятор. Одночасно ввимкнути обидва стимулятори та спостерігати явище просторової сумації. Зазначити час появи ефекту.

На шкіру лапки спінальної жаби покласти 1 папірець, змочений 0,1% розчином сірчаної кислоти. Відмітити, що станеться. Змити папірець. Покласти одноразово 3, 5, 7 папірців, змочених кислотою. Спостерігати, які виникнуть ефекти. Якщо відповідної реакції не буде, повторити роботу з 0,3% розчином кислоти.

Завдання 2. Послідовна (часова) сумація.

Спінальну жабу закріпити у штативі. До одної з задніх лапок прикріпити електроди. Знайти порогову силу подразнення (частота 1 Гц, тривалість 1 мс). Нанести поодинокі подразнення допорогової величини і визначити наявність ефекту. Не змінюючи силу струму, збільшити амплітуду до 5 імп/с. Спостерігати явище сумації.

Завдання 3. Післядія у нервових центрах.

Приготувати препарат спінальної жаби та закріпити його у штативі. На кожну кінцівку накласти клаптики фільтрувального паперу, змоченого 0,5% розчином сірчаної кислоти, одразу ж змити її водою. Спостерігати, що станеться при цьому. Відмітити час у секундах до закінчення ефекту – час післядії.

Завдання 4. Іррадіація збудження у нервових центрах.

Приготувати препарат спінальної жаби та закріпити його у штативі. На шкіру задньої кінцівки накласти клаптик фільтрувального паперу, змочений 1% розчином сірчаної кислоти. Поступово збільшувати подразнення, пощипуючи пінцетом із зростаючою силою лапку жаби. Відмітити, що станеться із збільшенням сили подразнення.

Завдання 5. Рефлекторний тонус м'язів.

Приготувати препарат спінальної жаби та закріпити його у штативі. Звернути увагу на наявність кута між стопою і зовнішнім краєм гомілки, що свідчить про добре виражений симетричний рефлекторний тонус. З однієї сторони перерізати сідничний нерв. З пошкодженої сторони кінцівка опуститься нижче протилежної, кут між стопою та гомілкою згладжується.

Для доказу, що імпульси ідуть до м'язів кінцівок із ЦНС, руйнують зондом спинний мозок.

Питання для самопідготовки та контролю.

1. Поясніть механізми послідовної та просторової сумачії.
2. Який механізм післядії?
3. Чому при сильному подразненні задньої лапки жаби спостерігається реакція і передніх кінцівок?
4. Поясніть механізм підтримання м'язового тонуса спинномозковими центрами.
5. Властивості нервових центрів відрізняються від властивостей нервових волокон. Інакше кажучи, розповсюдження збудженості в сукупності нейронів має ряд особливостей, які не зустрічаються у нервових волокнах. Які анатомічні утворення обумовлюють появу особливих властивостей при розповсюдженні збудженості у нервових центрах?
6. Аксон 1 викликає надпорогове збудження в нейроні 1, а аксон 2 викликає надпорогове збудження в нейроні 2. Обидва аксони конвергують на нейроні 3, причому кожний з них викликає підпорогове збудження цього нейрона. Що буде при одночасному подразненні обох аксонів?
7. Якщо у попередньому досліді значно підвищити збудливість третього нейрона, що здійсниться при одночасному подразненні обох аксонів?

Лабораторна робота № 9.

РЕФЛЕКТОРНИЙ ПРИНЦИП ДІЯЛЬНОСТІ ЦНС.

Мета. Дослідити та обґрунтувати рефлекторний принцип діяльності ЦНС.

Прилади та матеріали. Набір для препарування, штатив, 2 стимулятора, фізіологічний розчин, розчини сірчаної кислоти (0,1; 0,3; 0,5; 1%), скляночки для кислоти, фільтрувальний папір, секундомір, посудина для обмивання жаби, вата, лігатури, 1% розчин новокаїну.

Об'єкт дослідження. Жаба.

Питання для теоретичної підготовки. Рефлекторний принцип діяльності ЦНС. Головні принципи рефлекторної теорії. Структурні основи рефлекторної діяльності. Принцип зворотного зв'язку. Види нейронів у залежності від їхньої функції. Сінапси, будова та їх функції.

Завдання 1 Спостереження рефлексів у жаби.

Спінальну жабу закріплюють у штативі. Пінцетом стискають кінчики пальців задньої лапки – виникає рефлекс згинання. Змочивши клаптик фільтрувального паперу 1% розчином сірчаної кислоти, накладають його на зовнішню поверхню верхньої третини стегна – жаба тою ж лапкою скидає папірець.

Завдання 2. Дослідження деяких рецептивних полів.

Спінальну жабу закріпити у штативі. На зовнішню поверхню шкіри гомілки задньої кінцівки жаби накладають клаптик фільтрувального паперу (завбільшки 4–6 мм), змочений в 0,1% розчині сірчаної кислоти. Спостерігають згинальну реакцію відповідної кінцівки. Змивають кислоту, занурюючи лапку у склянку з водою. Проводять подразнення тієї ж лапки 0,3%, а потім 0,5% розчином кислоти. Обирають силу подразнення, при якій виявляється найчіткіший згинальний рефлекс. Потім папірець, змочений кислотою встановленої концентрації, по черзі кладуть на бокову поверхню тулуба, на черевце, між передніми лапками, щоразу відмічаючи характер реакції. Інтервали між подразненнями мають бути не менш, ніж 2-3 хв, після кожного подразнення жабу занурюють у склянку з водою.

Завдання 3. Визначення часу рефлексу (за Тюрком).

Спінальну жабу закріпити у штативі. Занурюють одну із задніх лапок препарату в стакан з 0,1% розчином сірчаної кислоти і одночасно вмикають секундомір.

Визначають час від моменту занурення лапки в кислоту до початку згинального рефлексу подразнювальної кінцівки. Після вимірювання обмивають лапку водою.

Повторюють дослід 2-3 рази з інтервалом 2-3 хв і обчислюють середній час рефлексу для даної сили подразнення.

Потім проводять дослід з 0,3% та 0,5% розчинами кислоти. Записують час рефлексу.

Результати роботи занесіть в таблицю та зробіть графік. Визначте залежність латентного періоду рефлексорної реакції від сили подразника.

Табл. 2. Залежність часу рефлексу від сили подразника

Подразник	Час рефлексу					
	Права кінцівка			Ліва кінцівка		
	t ₁	t ₂	t ₃	t ₁	t ₂	t ₃
0,1						
0,3						
0,5						

Завдання 4. Аналіз рефлексорної дуги.

Готують спінальну жабу. Підвішують її за нижню щелепу на штативі. Подразнюють гомілку задньої лапки фільтрувальним папером, змоченим 0,5% розчином сірчаної кислоти, і спостерігають відповідну реакцію. Потім роблять у ділянці стегна круговий розріз шкіри і знімають її з лапки. Знову подразнюють гомілку цієї лапки кислотою і спостерігають реакцію.

Розрізають шкіру стегна другої задньої лапки тієї ж жаби і, відшукавши сідничний нерв, відпрепаровують його на протязі 1,5-2 см. Потім підтягують нерв скляним гачком і викликають рефлекс згинання пощипуванням пальців жаби пінцетом. Потім кладуть під нерв ватку, змочену розчином новокаїну, щоб викликати блокаду проведення збудження в чутливих нервових волокнах. Через кожну хвилину перевіряють наявність рефлексу, подразнюючи лапку кислотою. Відмічають час, коли на подразнення пальців лапка жаби

не буде відповідати скороченням. Відразу ж подразнюють шкіру вище рівня блокади нерва і переконуються в наявності рефлексорного згинання.

Переконавшись в наявності рефлексу у спінальної жаби, руйнують у неї спинний мозок. Наносять подразнення і спостерігають зникнення всіх рефлексорних відповідей.

Питання для самопідготовки та контролю.

1. Чому спінальна жаба здатна здійснювати рефлексорні реакції?
2. Із чого складається час рефлексу?
3. Яке значення має сила подразника для часу рефлексу?
4. Які ланки рефлексорної дуги виключаються в результаті досліду із завдання 4?
5. Чи можливо у експерименті викликати рефлексорну реакцію без участі рецепторів?

Лабораторна робота № 10.

РЕФЛЕКСИ СПИНОГО МОЗКУ. ГАЛЬМУВАННЯ РЕФЛЕКСІВ.

Мета . Дослідити рефлексі спинного мозку у людини та жаби. Навчитися аналізувати механізми гальмівних процесів та взаємодії між процесами збудження та гальмування.

Прилади та матеріали. Набір для препарування, штатив, фізіологічний розчин, 0,3% і 0,5% розчини сірчаної кислоти, фільтрувальний папір, секундомір, посудина для обмивання жаби, вата, лігатури, кришталіки NaCl, неврологічний молоточок.

Об'єкт дослідження. Жаба, людина.

Питання для теоретичної підготовки . Рефлексорна та провідна функції спинного мозку. Основні форми гальмування в ЦНС та сучасні уявлення про механізми центрального гальмування. Зв'язок між процесами гальмування та збудження у ЦНС. Принцип домінанті. Принцип реципрокності. Принцип "кінцевого нейрона".

Завдання 1 Спинномозкові рефлексі людини.

Колінний рефлекс. Досліджуваному потрібно сісти і покласти нога на ногу. Нанести легкий удар молоточком по сухожилку чотириголового м'яза стегна(нижче колінної чашечки). Порівняйте рефлексі на правій та лівій ногах.

П'ятковий рефлекс. Досліджуваний стає колінами на стілець. Ступні вільно звисають. Молоточком наносять легкий удар по ахіловому сухожилку.

Ліктьовий рефлекс. Розслаблена, напівзігнута рука досліджуваного знаходиться на долоні дослідника. Він кладе великий палець на сухожилля двоголового м'яза досліджуваного. Удар молоточка наноситься по великому пальцю.

Рефлекс триголового м'яза плеча. Випробувач стає збоку досліджуваного, відводить пасивно його плече на зовні до горизонтального рівня з плечовим суглобом. Підтримує його лівою рукою так, щоб передпліччя звисало під прямим кутом. Удар молоточком наносити по ліктьовому згину.

Завдання 2. Гальмування рефлексів спинного мозку периферичним подразненням.

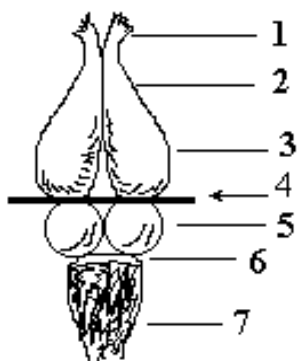
Приготувати спінальну жабу і закріпити її у штативі. Визначити час згинального рефлексу двічі з інтервалом 1-2 хв. Туго перев'язати товстою лігатурою передню кінцівку жаби і повторити визначення часу рефлексу. Зняти лігатуру і через 5 хв повторити.

У спінальної жаби одночасно стискати одну лапку пінцетом, а другу подразнювати кислотою. Визначити час рефлексу.

Завдання 3 Центральне гальмування (за Сеченовим).

Зігніть пальцем голову жаби, розріжте впоперек шкіру позаду ніздрів і ножицями зробіть паралельні розрізи, оголивши череп. Клаптик шкіри відріжте. Потім поперечним розрізом розіть череп. По кутах розрізу зробіть два паралельних розрізи черепа. Кінець відрізаної кістки підніміть пінцетом і відріжте.

Оголивши мозок, розширте рану і зробіть поперечний розріз зорових горбів і вилучте 1/3 їх разом із півкулями. Підвісьте жабу на штативі і визначте час рефлексу. Накладіть на висушену поверхню зорових горбів кристалик солі і знову визначте час рефлексу, а потім і повне його гальмування. Змити сіль фізичним розчином і знову визначте час рефлексу (мал.14).



Мал. 14. Головний мозок жаби з лінією розрізу для досліджу Сеченова.

- | | |
|--|----------------------|
| 1 - нюхові нерви; | 5 - середній мозок; |
| 2 - нюхові доли; | 6 - мозочок; |
| 3 - великі півкулі; | 7 - довгастий мозок. |
| 4 - лінія розрізу (проходить через проміжний мозок); | |

Питання для самопідготовки та контролю

1. У яких сегментах спинного мозку замикаються рефлекторні дуги досліджуваних рефлексів?
2. Скільки нейронів беруть участь у здійсненні колінного рефлексу?
3. Для взяття проби шлункового соку використовують зонд, який, при проходженні через глотку та стравохід викликає рефлекс блювання, роблячи неможливим ковтання зонду. Яку ділянку цього рефлексу треба заблокувати, щоб зонд пройшов?
4. Якщо подіяти новокаїном на сідничний нерв жаби, то спочатку вимикаються чутливі волокна, а потім рухальні. Як це довести?
5. Однаковим по силі впливом викликають два рухальних рефлекси. Аферентний та еферентний шляхи рефлекторної дуги першого рефлексу в декілька раз довші ніж у другої рефлекторної дуги. Але час першого рефлексу коротший. З чим це пов'язано?

Лабораторна робота № 11.

РЕФЛЕКСИ ЧЕРЕПНОМОЗКОВИХ НЕРВІВ.

Мета. Дослідити рефлекси черепно-мозкових нервів у людини .

Прилади та матеріали. Вода, стілець.

Об'єкт дослідження. Людина.

Питання для теоретичної підготовки. Організація та функції довгастого мозку. Організація та функції заднього мозку. Організація та функції середнього мозку. Зони іннервації черепно-мозкових нервів.

Завдання 1 Дослідження функцій під'язикового нерва (XII пара).

Функції досліджують сидячи, лежачи, стоячи. Досліджуваному пропонують висунути язика.

В нормі язик повинен бути розташований на середній лінії. Симптоми ураження: периферичний (буває і центральний) параліч, парез язика.

Завдання 2. Дослідження функцій додаткового нерва (XI пара).

Функції досліджують сидячи та стоячи. Досліджуваний повинен нахилити голову вперед, повернути її в сторону, повести плечима, підняти одне плече вище по горизонталі, привести лопатки до хребта.

В нормі усі рухи повинні виконуватися вільно. Симптоми ураження: паралічи та парези.

Завдання 3. Дослідження функцій язикоглоткового та блукаючого нервів (IX та X пара).

Дослідження проводять сидячи. Досліджуваний повинен відкрити рот та сказати "А". Звертають увагу на скорочення м'якого піднебіння та розташування язика (симетрія). Голосно вимовити декілька фраз. Зробити 2 – 3 ковтки води.

В нормі не повинно бути носового відтінка у голосі та ускладненого ковтання.

Завдання 4. Дослідження функцій лицевого нерва (VII пара).

Функції досліджують стоячи, сидячи, лежачи. Піддослідному потрібно:

- а) підняти брови догори;
- б) насупити брови;
- в) щільно заплющити та зажмурити очі;
- г) вишкірити зуби;
- д) посміхнутися;
- е) надути щоки;
- ж) задати вогонь сірника.

В нормі усі ці рухи повинні виконуватися вільно. Порушення: паралічі та парези.

Завдання 5. Дослідження функцій відвідного нерва (VI пара).

Досліджуваний повинен дивитися на пальці дослідника або на неврологічний молоточок.

У нормі погляд фіксований та сфокусований на об'єкті.

Завдання 6. Дослідження функцій трійчатого нерва (V пара).

Досліджують сидячи. Досліджуваний повинен відкрити та закрити рота, зробити кілька жувальних рухів. Одночасно дослідник пальпує вискові м'язи.

У нормі рухи вільні, однакові з обох сторін.

Завдання 7. Дослідження функцій блокоподібного нерва (IV пара).

Досліджуваний повинен стоячи подивіться униз на пальці або молоточок.

У нормі не повинно бути рухів тіла (похитувань, тощо).

Завдання 8. Дослідження функцій окорухального нерва (III пара).

Досліджуваний сидить, дивлячись прямо перед собою на молоточок або на палець дослідника. Для перевірки рухливості очного яблука, піддослідний повинен дивитися униз, угору, в різні сторони. Також перевіряють реакцію зіниць на світло, конвергенцію та акомодацию (палець переводять уперед та назад).

В нормі рухи вільні, однакові з обох сторін.

Завдання 9. Знайомство з деякими методами дослідження порушень іннервації.

Досліджувана функція	Метод дослідження	Порушення
Статика та хода	Встати та стояти 20-30 с не рухаючись. Пройти по кімнаті із відкритими очима	“Кукольна” акінетика. Гіперкінетика, танцююча хода
М'язовий тонус	Згинання та розгинання руки у ліктьовому суглобі	Акінетика, в'язкість рухів. Зниження м'язового тонуса
Рухи ніг	Згинання та розгинання ноги у колінному суглобі	Акінетика, в'язкість рухів. Зниження м'язового тонуса
Феномен гомілки	Пригинають гомілку досліджуваного, що лежить на животі, до стегна	Акінетичне застигання гомілки у цьому положенні
Феномен ступні	Максимальне розгинання стопи, лежачи на спині	Акінетичне застигання стопи у цьому положенні. При гіперкінезії – не можуть довго утримувати стопу
Синдром язика	Висунути язика та заплющити очі	При хоріохорному кінезі (синдром малої хореї) довго не утримують язика

Питання для самопідготовки та контролю.

1. Яка функціональна організація довгастого мозку?
2. Поясніть будову та функції моста і мозочка.
3. Які функції середнього мозку?
4. Функції проміжного мозку (епіталамус та таламус).
5. Яка роль гіпоталамуса у нервово-гуморальній регуляції?
6. Основні функції кори великих півкуль.
7. Які ви знаєте порушення моторних функцій черепно-мозкових нервів?
8. У тварини проведено дві повні перерізки спинного мозку під довгастим. Як зміниться величина артеріального тиску після першої та другої перерізки?
9. Усі впливи на рухальні рефлекси спинного мозку та черепно-мозкових нервів опосередковані через три нервових утворення у стовбурі мозку. Назвіть ці утворення?
10. Які із моторних нисхідних шляхів заднього та середнього мозку збуджуються коли кішка “затаюється” перед кидком на мишу та при самому кидку?

11. Рефлекси випрямлення сприяють відновленню природньої пози. Так, якщо децеребровану кішку покласти на спину, вона швидко стане на лапи. Людина, що спіткнулася відновлює нормальне положення і т.п. Але кішка може із задоволенням лежати на спині, а людина довго знаходитись у неприродній позі. Чому при цьому не спрацьовують рефлекси випрямлення?
12. У експерименті на собаці область вентро-медіального ядра гіпоталамуса нагріли до 50°C. Потім тварину утримували у звичайних умовах. Як змінився зовнішній вигляд собаки через деякий час?
13. Існує лікарський препарат, який знімає підвищену збудливість кори головного мозку. Встановлено, що він безпосередньо не впливає на коркові нейрони. Який можливий механізм дії цього препарату?
14. Людина впала та вдарила голову. При цьому у нього у очах “замеретіли вогники”. На яку частину голови прийшовся удар?

РОЗДІЛ 4. ФІЗІОЛОГІЯ СЕНСОРНИХ СИСТЕМ.

Основні поняття розділу.

Сенсорні системи (аналізатори) – системи які сприймають рецепторами зовнішню для мозку фізичну та хімічну енергію, трансформують її в нервові імпульси та передають їх у мозок через ланцюги нейронів, що утворюють ряд рівнів. Виділяють: зорову, слухову, вестибулярну, смакову, нюхову, кінестетичну та соматовісцеральну сенсорні системи.

Рецептор – кінцеве спеціалізоване утворення, яке трансформує енергію різних видів подразників у специфічну активність нервової системи. *Рецепторний потенціал* – виникає на мембрані рецептора у результаті перетворення енергії стимула і змін проникності мембрани. Рецепторний потенціал ще називають *генераторним потенціалом*, тому що він генерує в аферентних нервових волокнах потенціали дії.

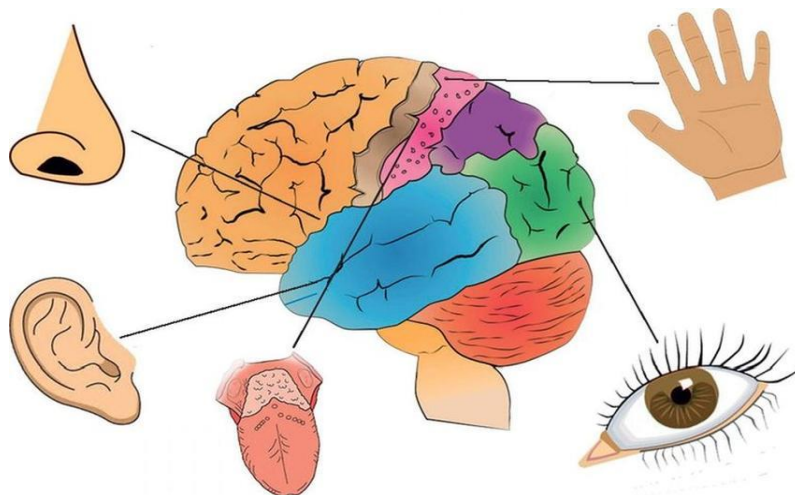
Властивості рецепторного потенціалу – градуальність; залежність амплітуди, тривалості, швидкості зростання та спаду від інтенсивності та часових характеристик стимула. Розповсюджується по нервовому волокну пасивно, електротонічно та з декрементом, якщо недостатній для генерації потенціалу дії.

Модальність – характеристика рецептора, яка відображає якість подразника, що сприймається.

Сенсорні шляхи – ланцюги нервових волокон та нервових центрів, по яким передається та переробляється інформація на шляху від рецепторів до кори великих півкуль головного мозку. Розрізняють: специфічні, неспецифічні та асоціативні шляхи. *Сенсорне кодування* – перетворення механічних, хімічних, світлових та інших подразників в універсальні для мозку сигнали – *нервові імпульси*. Кодування іде по таким напрямкам: якості, інтенсивності, часу.

Ідеалістичні закони, що пояснюють роботу аналізаторів – закон специфічної енергії, закон психофізичного паралелізму, теорія символів.

Об'єктивні закони, що пояснюють роботу аналізаторів – закон прямої залежності між силою подразника та інтенсивністю відчуттів (Вебера), закон логарифмічної залежності між силою подразника та інтенсивністю відчуттів (Фехнера). Співвідношення сили подразника на величини відчуття, що визначається степеневим рівнянням (за Стівенсом).



ЗОРОВИЙ АНАЛІЗАТОР. ВИЗНАЧЕННЯ ГОСТРОТИ ТА ПОЛЯ ЗОРУ.

Мета. Навчитись визначати гостроту та поле зору різних кольорів у людини.

Прилади та матеріали. Таблиці Головіна і Сивцева, указка, апарат Рота, периметр Форстера, білі та кольорові кружки до нього, лінійка.

Об'єкт дослідження . Людина.

Питання для теоретичної підготовки. Характеристика зорового аналізатора. Сенсорні шляхи зорового аналізатора. Центральний та периферичний зір. Поле зору, одиниці його виміру. Гострота зору і фактори, що впливають на неї.

Завдання 1. Визначення гостроти зору.

Для визначення гостроти зору використовують таблицю Сивцева (або таблицю Головіна), яка складена із 12 рядків літер різної величини. При нормальному зорі перший рядок чітко видно з відстані 50 м, а 10-й - з 5 м. В таблиці зліва вказана відстань, з якої повинен зчитатись кожний рядок. При такій відстані лінії, проведені від країв штрихів (що утворюють літери) до вузлової точки ока, утворюють кут в 1°.

Завдання: Визначити гостроту зору для правого та лівого ока. Піддослідного розміщують на відстані 5 м до таблиці Сивцева. Дослідження проводять роздільно для кожного ока (друге око повинне бути закрите). Експериментатор у випадковому порядку вказує на літери в таблиці Сивцева, які піддослідний називає вголос.

Гостроту зору виражають відношенням відстані, з якої розрізняються літери, до тієї відстані, з якої вони повинні розрізнятися. Ряд найменших правильно названих літер використовують для обчислення гостроти зору за формулою:

$$V = d/D, \text{ де}$$

V – гострота зору;

d – відстань між досліджуваним і таблицею;

D – відстань, на якій даний ряд літер розпізнається нормальним оком під кутом зору 1'.

Наприклад, якщо піддослідний з відстані 5 м розрізняє літери 10-го рядка, то гострота зору дорівнює $5/5=1$. (Це нормальна гострота зору). Якщо з тієї ж відстані піддослідний розрізняє літери тільки першого рядка, то гострота його зору дорівнює $5/50=0,1$. Гострота зору вказана з правого боку таблиці (V).

Порівняти гостроту зору для правого та лівого ока, а також при бінокулярному зорі.

Завдання 2. Периметрія (визначення поля зору).

Знайомляться з будовою периметра, і за його допомогою визначають поле зору одного з очей.

Для цього розміщують піддослідного спиною до світла. Одне око закривають, а підборіддя встановлюють на підставку так, щоб досліджуване око знаходилося над вирізом вертикальної пластинки, до якої піддослідний притуляється щокою.

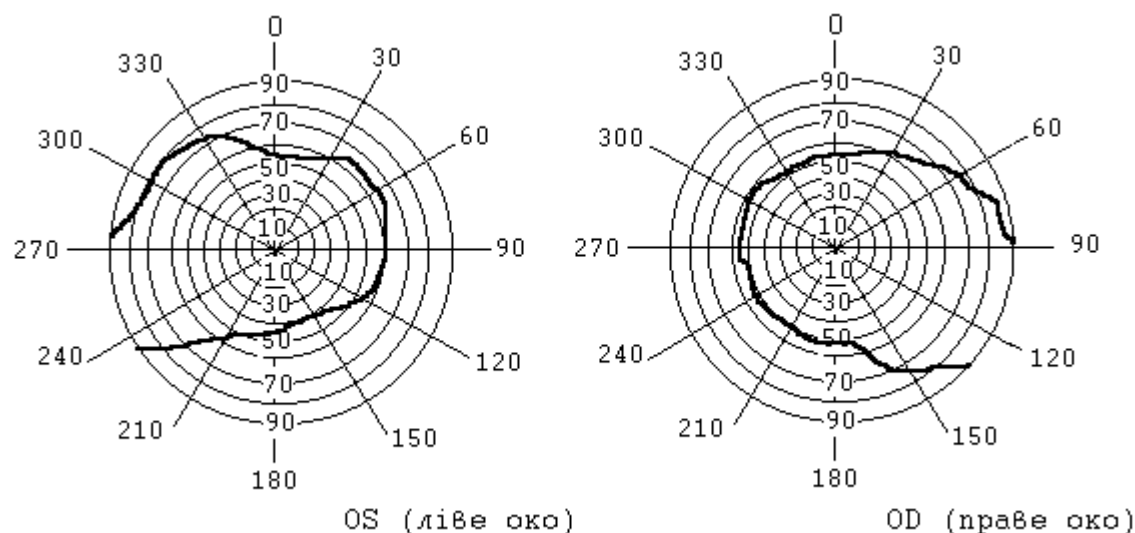
Піддослідний повинен бачити відображення своєї зіниці в дзеркальці, закріпленому в середині дуги периметра.

Встановлюють дугу периметра вертикально. Переміщують по дузі периметра білий об'єкт вниз - від периферії до центру, до того часу, доки піддослідний не помітить його.

Відмічають число градусів на шкалі та перевіряють отриманий результат, повторивши дослідження.

Проводять те ж дослідження, ведучи об'єкт по нижній частині дуги периметра від периферії до центру (мал.15).

Аналогічні визначення проводять, розташувавши дугу периметра по горизонталі під кутами: 0°, 30°, 60°, 90°, 120°, 150°, 180°, 210°, 240°, 270°, 300°, 330°, 360°.



Мал.15. Поля зору для правого та лівого ока.

Повторюють дослід:

2. З кольоровими об'єктами;
1. Після того, як заплющили очі на 10 – 15 хвилин.

Замалювати свої поля зору. Порівняти отримані багатокутники (межі поля зору піддослідного) із стандартними (на таблиці) і поля зору для різних кольорів між собою.

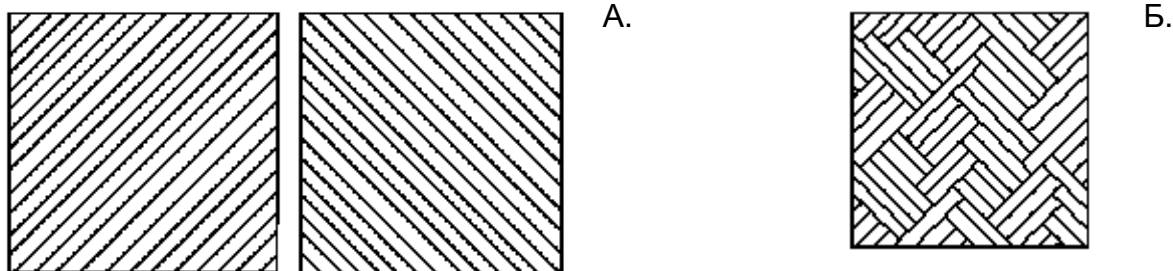
Завдання 3 Спостереження боротьби полів зору

Коли на однакові ділянки сітківки правого та лівого ока потрапляють різні зображення, людина бачить тільки одне з них. При цьому можна виявити боротьбу полів зору.

Якщо, дивлячись обома очима на два – по різному розлінованих квадрата, знижувати акомодацию або зміщати одне з очних яблук, то фігури обох квадратів почнуть зближатися до повного накладення одне на одного. Хоча зображення опиняться на ідентичних ділянках сітківки, зливання не відбудеться, а будуть з'являтися то лінії одного квадрата, то іншого (мал.16).

Встановлюючи очі на даль або надавлюючи збоку на одне око, дивіться на квадрати. Прикладіть до правого ока широку частину роstrуба, а навпроти лівого ока, коло вузької частини роstrуба, тримайте долоню. Дивіться обома очима. Тоді ви побачите, що долонь або предмет будуть з діркою.

Це пояснюється тим, що поле зору лівого ока освітлено відносно сильніше, ніж правого. В результаті видно предмет, приставлений до рострубу. Однак, невелика ділянка поля зору правого ока (отвір роструба) освітлений ще сильніше – звідси “дірка” у долоні.



Мал.16. Боротьба полів зору.

А – малюнок для виявлення ефекту боротьби полів зору;

Б – ефект боротьби полів зору.

Питання для самопідготовки та контролю

1. Будова зорового аналізатора.
2. Чому око не розрізняє 2 світлі точки під кутом зору менше 1'?
3. Чому гострота зору менша на периферії сітківки ока?
4. Що таке поле зору та як його визначають?
5. Чому виникає короткозорість та далекозорість?
6. Як що розміри колбочок були б в декілька раз більше, ніж є, як би змінилася гострота зору?

Лабораторна робота № 13.

ЗОРОВИЙ АНАЛІЗАТОР. АДАПТОМЕТРІЯ.

Мета. Дослідити здатність ока до адаптації. Виявити місце виходу із сітківки зорового нерва. Навчитись діагностувати косоокість.

Прилади та матеріали. Адаптометр, малюнок Маріотта

Об'єкт дослідження. Людина.

Питання для теоретичної підготовки. Будова сітківки. Будова фоторецепторів – паличок і колбочок. Фотохімічні реакції на сітківці. Явище адаптації в аналізаторах.

Завдання 1. Адаптометрія.

Це визначення чутливості до світла та гостроти зору при послабленому освітленні (визначається за допомогою адаптометра).

Визначення стану “нічного бачення” має велике значення для діагностування деяких захворювань (гіповітаміноз, стан після струсу мозку, атрофія зорового нерва, пігментне переродження сітківки, тощо), а також для професійного відбору (транспорт, тощо).

Адаптометр дозволяє визначити стан “нічного бачення” тільки при довгостроковому (не менш 60 хв) перебування у темряві, однак для масових досліджень застосовують орієнтовне визначення чутливості до світла протягом 3 хв.

До складу адаптометра входять: штатив, вимірювальний пристрій, куля для попередньої адаптації.

Робота 1. Орієнтовне дослідження чутливості до світла протягом 3 хв.

Визначають час між закінченням світлової адаптації і моментом, коли буде побачений об’єкт заданої яскравості.

1. Дослідження проводять у кімнаті, що не освітлюється прямими променями сонця. Якщо досліджуваний знаходився на яскравому сонячному світлі, йому слід 15-20 хв побути у кімнаті із загальним освітленням.
2. Обертом ручки вмикача увімкнути ланцюг адаптометра та кулі для попередньої адаптації.
3. Обертом ручки на кулі її отвір закривають (положення закр.)
4. Перемикач виду робіт встановлюють у положення “вимір”. Обертом барабану (справа на адаптометрі) встановлюють той чи інший об’єкт для випробування (коло, квадрат, таблиця, хрест).
5. Барабаном (зліва знизу) вимикають усі фільтри-затемнювачі (у прямокутному віконці індексу повинен стояти 0).
6. Рукоятка із додатковим фільтром 1/100 встановлюється у положення увімкнене.
7. Обертом барабану (справа на адаптометрі) вимірювальну шкалу встановлюють на поділці 1,1.
8. Вмикають повну яскравість кулі для попередньої світлової адаптації, тобто рукояткою (зліва зверху на кулі) встановлюють цифру 1 (освітлення 2500 аст.)
9. Досліджуваний сідає на стілець та притуляє обличчя до гумової півмаски.
10. Перемикач виду робіт встановлюють у положення “куля” та одночасно вмикають секундомір. Досліджуваний повинен дивитися на освітлену поверхню кулі. Не дозволяється заплющувати очі. Спостереження за очима досліджуваного здійснюють через отвір у кулі. Після вимкнення світла у кулі, досліджуваний повинен дивитися трохи нижче кваліфікаційної точки та вказати той момент, коли він побачить світлову пляму, а після цього назвати її форму.
11. Через 3 хв освітлення кулі вимикають (положення “вимір”), зупиняють секундомір та відводять у сторону заслонку (відкр.)
12. Відмічають час, коли досліджуваний побачить об’єкт.

Зазвичай, люди із нормальним зором при густині по шкалі 1,1 помічають об’єкт не більш ніж за 45+5 с після вимкнення освітлення кулі яскравістю 2500 аст.

Збільшення часу на 10 с потребує повторного дослідження; на 20 с і більше вказує на те, що досліджуваний має знижений нічний зір. Проводять дослідження при щільності 0; 1,1; 1,3 та яскравості кулі 650, 2500.

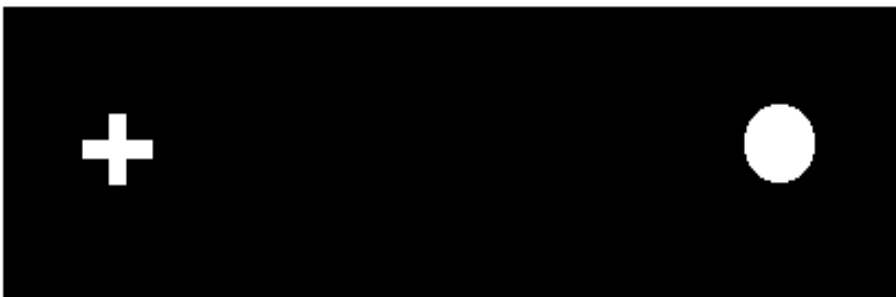
Дані заносять у таблицю.

Табл. 3. Залежність часу розрізнення об’єкту дослідження від ступеня розкриття діафрагми та яскравості кулі.

Яскравість “кулі попередньої адаптації”	Ім'я та по-батькові	Оптична густина по шкалі		
		0	1,1	1,2
2500 650				
2500 650				

Завдання 2. Визначення діаметра зорового нерва.

Для визначення діаметра зорового нерва, тобто *сліпої плями*, використовують малюнок Маріотта (на чорному тлі нанесено білі хрестик та кружок на відстані 100 мм. Діаметр фігур – 10 мм) (мал.17).



Мал.17. Малюнок Маріотта.

Праве око закривають, а лівим оком фіксують праве зображення. Відсуваючи та наближаючи малюнок помічають, коли ліве зображення зникає. Відмічають відстань від малюнка до ока, на якій зникає об'єкт. Дослід повторюють, закривши ліве око. Розрахунок діаметра зорового нерва за формулою:

$$D = I/L \cdot T, \text{ де}$$

- D – діаметр зорового нерва(мм);
- L – відстань від малюнка до ока (мм);
- I – діаметр очного яблука (23 мм);
- T – Відстань між об'єктами на малюнку (100 мм).

Порівняйте результати дослідів на правому та лівому оці.

Завдання 3. Проба на косоокість.

Дослідник долонею закриває праве око досліджуваного (око не заплющувати). Досліджуваний дивиться лівим оком на палець дослідника (відстань близько 0,5м), який розташований навпроти лівого ока досліджуваного. Через 30сек дослідник швидко переводить долоню з правого ока так, щоб закрити ліве око, одночасно уважно спостерігаючи за правим оком досліджуваного. Якщо у момент переводу руки спостерігається “стрибок” правого ока, це свідчить про косоокість. Повторити спробу на лівому оці.

Питання для самопідготовки та контролю

1. Яка мікробудова сітківки?
2. Чому зображення на малюнку Маріотта зникає при переміщенні його відносно ока?
3. Які механізми адаптації зорового аналізатора?
4. Який фізіологічний механізм лежить у основі висловлювання: “Ночью все кошки серые”?
5. “Открылась бездна, звезд полна. Звездам числа нет, бездне - дна” – писав поет. Чи користувався він боковим зором, коли побачив “бесчисленное количество звезд”?

Лабораторна робота № 14.

ЗОРОВИЙ АНАЛІЗАТОР. АДАПТОМЕТРІЯ.

Мета. Дослідити функціональні особливості зорового аналізатора.

Прилади та матеріали. Адаптометр, лінійка (40 – 50 см), листи картону, обтягнена марлею рамка, булавки.

Об'єкт дослідження. Людина.

Питання для теоретичної підготовки. Явище адаптації у зоровому аналізаторі. Механізм акомодатії ока. Рефракція ока та її аномалії.

Завдання 1. Адаптометрія (робота 2). Дослідження гостроти зору при послабленому освітленні.

Застосовують для дослідження осіб віком до 30 років, що мають еметропію або невелику далекозорість (до +1,5) чи короткозорість (до -3,0). Визначають час, необхідний для розрізнення знаків таблиці після адаптації до яскравого світла.

1. Вмикають усі фільтри-затемнювачі та додатковий світлофільтр 1/100 адаптометра. Перемикач виду робіт виставляють у положення «вимірювання». Діафрагма повністю відкрита (оптична щільність – 0). Перевіряють, щоб гострота зору досліджуваного була не менш ніж 0,7 (якщо менше – дослідження проводять у окулярах).
2. Поворотом барабана встановлюють фільтр-затемнювач 1,3, вимірювальну діафрагму 0,5 ($\Sigma 1,3+0,5$).
3. Закривають отвір кулі.
4. Вмикають повну яскравість кулі (2500 аст). Досліджуваний 2 хв дивиться на білу поверхню кулі, а у цей час дослідник пояснює, що після вимкнення освітлення усе буде темним. Однак, через деякий час освітлення таблиці стане яскравішим і можна буде бачити цифри. По мірі появи цифр досліджуваний повинен читати їх вголос зліва направо (1 та 2 ряд можна не читати, а повідомити, що їх видно).
5. Світло у кулі вмикають (положення «вимірювання»). Поворотом ручки отвір кулі відкривають. Через деякий час досліджуваний починає називати цифри. Час з моменту закінчення світлової адаптації до моменту, коли гострота зору досягне 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6 записують.

Дослідження триває 60-70 с і за цей час гострота зору повинна досягти 0,5-0,6.

Отримані дані заносять у таблицю та будують графік (по осі абсцис - гострота зору, по осі ординат – час розпізнавання у секундах).

Табл.4. «Зона норми» для дослідження гостроти зору при слабкому освітленні.

Гострота зору	Час розрізнення (с)		
	Мінімум	Досліджуваний	Максимум
0,1	5		5
0,2	10		15
0,3	17		30
0,4	30		50
0,5	60		72
0,6	85		100

Завдання 2. Акомодація ока.

Укріпити на кінці вимірювальної лінійки лист картону і зробити в ньому булавкою два отвори на відстані 1,5 мм. На лінійці укріпити вертикально дві булавки: одну – на відстані 20, а другу – 40 см від екрана.

Прикрити ліве око, правим фіксувати крізь обидва отвори в екрані ближчу булавку (зображення віддаленої булавки роздвоюється). Фіксуючи погляд на віддаленій булавці, визначити, як сприймається зором ближча булавка.

Помістити рамку з марлевою сіткою між оком та книгою на відстані 15 см від обличчя і прочитати текст. При цьому звернути увагу, наскільки чітко видно марлеву сітку (вона розпливається і стає нечіткою). Фіксувати погляд на марлевій сітці і одночасно спробувати прочитати текст книги.

Завдання 3. Визначення найближчої точки ясного бачення.

Найближча точка ясного бачення – це точка, яка знаходиться на тій найменшій відстані від ока, на якій ще можливо чітко бачення предмета.

Робота проводиться у парі. Для визначення найближчої точки ясного бачення прикрийте одне око. Перед другим оком розташуйте ширму з двома отворами (відстань між якими менше діаметру зіниці). Піддослідний фіксує зором шпильку, яку тримає інша людина, та поступово наближає її до ширми. На деякій відстані шпильки від ока образ її починає подвоюватися. Відмітьте цю відстань як відстань до найближчої точки ясного бачення.

Для короткозорого ока можна знайти дальню точку ясного бачення. Для цього шпильку, навпаки, поступово віддаляють від ока. Відмітьте відстань, при подальшому збільшенні якого образ шпильки починає подвоюватися.

Питання для самопідготовки та контролю.

1. Який механізм акомодатії ока?
2. Чому не можна одночасно чітко бачити дальню і ближню булавки?

3. Чому неможливо чітко бачити предмет на відстані 5 – 7 см від ока?
4. Що таке сила акомодації?
5. При надавлюванні піддослідному на відкриті очі у нього виникає відчуття подвоювання предметів. Чи не має у нього патології?
6. В ночі водії мусять використовувати дальнє світло фар. Чому в цьому випадку ризик аварій тільки зростає?

Лабораторна робота № 15.

ЗОРОВИЙ АНАЛІЗАТОР. АДАПТОМЕТРІЯ.

Мета. Дослідити функціональні особливості зорового аналізатора. Оволодіти методиками виявлення безумовних зіничних рефлексів у людини і виробити на їх основі умовні рефлекси.

Прилади та матеріали. Адаптометр, гумовий балончик.

Об'єкт дослідження Людина.

Питання для теоретичної підготовки Будова та функції зорового аналізатора. Зіничний рефлекс. Закони залежності між силою подразника та інтенсивністю відчуттів.

Завдання 1 Адаптометрія (робота 3). Визначення гостроти зору під час засліплення.

Повторити пункти 1-5 роботи 2. Після того, як досліджуваний прочитав 5 та 6 рядки, вмикають лампу “засліплювач”. Додатковий світлофільтр, вимірювальну діафрагму, світлофільтри-затемнювачі вмикають. Потім дослідження проводять по сумарним густинам світлофільтрів та діафрагми 0,0; 1,1; 1,3; 1,7; 2,0.

Людина, що має нормальну чутливість до яскравого світла, повинна:

- у першому випадку бачити цифри усіх рядків;
- у другому – 5 рядків;
- у третьому – 4-3 рядки;
- у четвертому – 2 рядки;
- у п'ятому - 1 рядок.

П'ятий рядок він побачить не пізніше, ніж через 60 с після того як “засліплювач” буде вимкнено.

Результати заносять у таблицю.

Табл.5. Час розрізнення п'ятого рядка після засліплення.

Ім'я та по-батькові	Час розрізнення
1.	
2.	

Завдання 2. Зіничні рефлекси.

Саджають піддослідного обличчям до світла. Через 1-2 хв відмічають ширину зіниць його очей і виконують наступні експериментальні спроби.

а). Закривають одне око піддослідного рукою і спостерігають за виникаючими вслід за цим змінами ширини зіниці відкритого ока.

б). Відкривають закрите око і спостерігають за змінами ширини зіниць обох очей.

в). Закривають обидва ока на 30с. Відкривають очі і відмічають ширину розширення зіниць і спостерігають їх звуження. Порівнюють ступінь розширення зіниць при закритті обох очей та при закритті одного ока.

г). Пропонують піддослідному зафіксувати поглядом далеко розташований предмет і відмічають ширину зіниць. Потім поміщають який-небудь предмет (олівець) на відстані 15-20 см від очей і пропонують розглядати його. Спостерігають за зміною положення обох очей (конвергенція) та за зменшенням ширини обох зіниць.

Зробити висновок про пряму та співдружню рефлекторну реакції зіниць очей на світло. Намалювати рефлекторну дугу зіничного рефлексу. Вказати локалізацію центру.

Завдання 3. Вироблення умовного рефлексу ока.

В якості безумовного подразника застосовується струмінь повітря, що подається гумовим балончиком і направляється через піпетку на рогівку ока. Підбирається сила безумовного подразнення, яка викликає закривання ока.

Умовний рефлекс виробляють, поєднуючи дію індиферентного подразника (звуковий подразник) з поштовхом струменя повітря в око. Після подачі умовного подразника (тривалість дії - 2-3 с) до нього, з інтервалом 1-2 с, приєднують безумовне підкріплення струменем повітря. Подразнення повинні слідувати одне за одним з інтервалом 1-1,5 хвилини.

Чітка мигальна реакція, що виникає після пред'явлення одного умовного сигналу, свідчить про утворення стійкої рефлекторної реакції. Замінити звуковий сигнал іншим умовним подразником і прослідкувати за реакцією піддослідного.

Відмітьте, через скільки співпадінь умовного та безумовного подразників виробляється умовно-рефлекторна реакція у різних студентів. Результати досліджень запишіть в зошит і зробіть висновок.

Питання для самопідготовки та контролю.

1. Які правила утворення умовних рефлексів?
2. Який характер зіничної реакції при акомодатції?
3. Чому різноманітні подразники (звук, світло, запах ...) викликають у рецепторній клітині одноманітну відповідь – виникнення рецепторного потенціалу?
4. Критична частота зливання мерехтінь (КЧЗМ) є більш низькою для слабких спалахів світла. Для кого, паличок чи колбочок, КЧЗМ буде більш високою?
5. Рефракція ока та її аномалії.

Лабораторна робота № 16.

ЗОРОВИЙ АНАЛІЗАТОР. БІНОКУЛЯРНИЙ ЗІР.

ОСОБЛИВОСТІ СПРИЙНЯТТЯ КОЛЬОРІВ.

Мета. Дослідити особливості бінокулярного зору та визначити здатність людини розрізняти кольори.

Прилади та матеріали. Поліхроматичні таблиці Рабкіна, коробка від сірників, малюнок для виявлення астигматизму.

Об'єкт дослідження. Людина.

Питання для теоретичної підготовки. Функціональні особливості паличок та колбочок. Сучасні уявлення про механізми кольорового зору. Бінокулярний зір.

Завдання 1. Дослідження бінокулярного зору.

Якщо при читанні поставити перед очима олівець, то, незважаючи на його непрозорість, можна читати без перешкод. Закрийте одне око і розглядайте протягом 2-3 хв якийсь предмет. Потім раптово відкрийте друге око: одразу ж після цього ви побачите інші риси предмета, які виявляються при розгляданні його обома очима.

Закривши одне око, розглядайте другим коробку від сірників, поставлену на ребро. Потім відкрийте друге око: картина буде інша, бо при розгляданні обома очима ми відчуваємо обсяг, глибину розташування окремих частин коробки.

Якщо натиснути з одного боку на око, змістивши його ввєрх, то зображення посунеться в бік зміщення.

Завдання 2. Визначення кольорового зору людини.

Людина сідає спиною до світла, голову держить прямо. Дослідник показує їй 25 кольорових таблиць по черзі. Тривалість експозиції одної таблиці 5 с. Кожне око обстежують окремо.

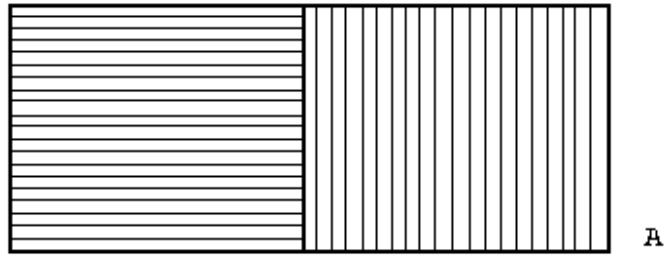
Трихромати правильно читають 25 таблиць. Протанопи (не сприймають червоний колір) – 7 таблиць (1, 2, 17, 22, 23, 24, 25); дейтеранопи (не сприймають зелений колір) – 9 таблиць (1, 2, 8, 11, 12, 22, 23, 24, 25).

Завдання 3. Визначення астигматизму.

Досліджуваний дивиться на малюнок 18 і відмічає, які лінії (горизонтальні чи вертикальні) здаються більш чіткими.

Наближуючи та віддаляючи малюнок до ока, визначте, попереду сітківки, чи за нею збігаються промені, що їдуть від менш чітко бачених ліній.

Якщо при наближенні малюнка горизонтальні лінії стали чіткішими, то промені, що їдуть від цих ліній у початковому положенні збігалися попереду сітківки.



Мал.18. Малюнки для діагностування астигматизму

Завдання 4. Особливості сприйняття зорової інформації.

Послідовні зорові образи. Розглядаючи зелений квадрат на білому аркуші(30 с) перевести погляд на чистий білий аркуш, побачимо рожевий квадрат. Повторити з червоним, жовтим , синім, білим, чорним квадратами.

Зорові ілюзії. Чорний квадрат на білому фоні менше, ніж білий на чорному фоні. Однакової довжини лінії здаються неоднаковими при неоднаковому розміщенні додаткових рис. Якщо малюнок пересувати перед собою, роблячи маленьке коло, то буде здаватися, що диски обертаються у напрямку руху, а центральне коліщатко – проти руху.

Явище контрасту. Сірий квадрат на білому фоні темніший, ніж на чорному.

Саккадичні рухи очей. Зафіксувати очі на олівці на відстані 1-1,5 м. Далі олівець швидко наближують до очей виникає зведення зорових осей (конвергенція) і звуження зіниць.

Питання для самопідготовки та контролю

1. Механізм бінокулярного зору.
2. Які теорії пояснюють сприйняття кольорів?
3. Які кольороаномалії ви знаєте? Поясніть їх механізми?
4. Чим пояснити явище контрасту?
5. Чому виникають зорові ілюзії?
6. Як пояснити явище послідовних образів?
7. Механізм виникнення ейдетичних образів.
8. Чи є об'єктивним сприйняття зовнішнього світу?

СЛУХОВИЙ АНАЛІЗАТОР. ВИЗНАЧЕННЯ СПРИЙНЯТТЯ ЗВУКУ.

Мета. Порівняти швидкість сприйняття звукових подразнень при проведенні їх через повітря та кістки черепа.

Прилади та матеріали. Камертони, молоточок, секундомір, вата, коробка з сірниками.

Об'єкт дослідження. Людина.

Питання для теоретичної підготовки. Характеристика слухового аналізатора. Сенсорні шляхи слухового аналізатора. Гострота слуху і фактори, що впливають на неї. Теорії сприйняття звуків різної частоти.

Завдання 1. Дослідження сприйняття звука з повітря.

Підносять камертон, що звучить, браншею до вуха і тримають на відстані 0,5 см від вушної раковини. Одночасно за допомогою секундоміра відмічають час, протягом якого досліджуваний чує звук.

Щоб уникнути адаптації камертон то віддаляють (до 50 см), то наближають до вуха. Вивчають сприйняття звука окремо для кожного вуха (під час дослідження одного вуха, друге щільно затуляють пальцем).

Завдання 2. Дослідження сприйняття звука з кістки.

Камертон, що коливається, торцем ніжки прикладають до соскового відростку вискової кістки. Вимірюють час, протягом якого чути звук.

Завдання 3. Дослід Вебера.

Камертон, що коливається, торцем ніжки прикладають до середини тім'ячка. Відмічають чутність звуку в обох вухах. Затуляють зовнішній слуховий прохід одного вуха тампоном, і відмічають підсилення в ньому звуку.

Порівнюють повітряну та кісткову провідність звуку (у нормі співвідношення складає 2 : 1).

Завдання 4. Визначення гостроти слуху та напрямку звуку.

Досліджуваний повільно підходить до стола, де лежить годинник і визначає відстань, з якої чути цокання. Це і є показчик гостроти слуху.

При закритих очах піддослідний повинен визначити напрямок з якого чути цокання годинника. Точність напрямку визначають в см.

Завдання 5. Зв'язок між зором та слухом.

Якщо під час звучання камертону заплющити очі, то звук буде посилюватися і навпаки.

Питання для самопідготовки та контролю.

1. Яка будова слухового аналізатора?
2. Пояснить механізм та практичне значення сприйняття звуку через кістки черепа.
3. Який механізм зв'язку між зором та слухом?
4. У людини, яка не має специфічного захворювання органу слуху, верхній поріг частоти сприйняття звуку – 18000 Гц. Чи можна припустити, що у цієї людини збільшена швидкість пульсової хвилі?
5. Чому під водою важче визначити джерело звуку?
6. Фантастичне питання. У якому випадку орган слуху людини міг би працювати як термометр, що визначає температуру повітря?
7. Обидва вікна вушного равлика затягнуті еластичною мембраною. Якби вона стала жорсткою, сприйняття звука було б порушене. Яка причина?

Лабораторна робота № 18.

ТАКТИЛЬНИЙ АНАЛІЗАТОР. ОСОБЛИВОСТІ РЕЦЕПТОРІВ ШКІРИ.

Мета. Дослідити залежність між подразненням та інтенсивністю відчуття. Визначити пороги тактильного відчуття та час адаптації температурного аналізатора.

+Прилади та матеріали. Естезіометр Фрея (або Вебера) чи циркуль з двома голками, термоестезіометр, паперовий трафарет з квадратним отворами 1см², посудини з водою різної температури (+10; 25; 40°C), секундомір, кулька розміром з горошину, набір важків (1; 2; 3; 5; 100; 200г).

Об'єкт дослідження. Людина.

Питання для теоретичної підготовки. Будова шкіри. Чутливість шкіри. Провідникова та центральна частини тактильного аналізатора. Види терморецепторів та особливості їх розташування. Провідникові шляхи та корковий центр температурної чутливості.

Завдання 1. Визначення просторового порога тактильної чутливості шкіри.

Досліджуваний заплющує очі. Циркулем з максимально зведеними ніжками дослідник торкається різних ділянок шкіри (кінчики пальців рук, долоні, лоб, плече, тощо). При цьому стежать, щоб обидві ніжки циркуля торкалися шкіри одночасно.

Продовжують торкатися, поступово розсуваючи ніжки циркуля. При кожному доторку досліджуваний має відповісти, один чи два дотики він відчув (відстань між ніжками змінюють так, щоб досліджуваний не зміг здогадатися, або знайти систему).

Зважають, при якій відстані та на якій ділянці шкіри він уперше відчув подвійні дотики (подвійний дотик і є *порог тактильної чутливості*). Результати занести у таблицю та порівняти з нормою.

Табл.6. Дослідження просторового порогу тактильної чутливості (ППТЧ).

Досліджувана ділянка	ППТЧ, мм	Нормальні порого чутливості, мм
Губи		1
Кінчик носа		6-7
Лоб		5-8
Пальці рук		2
Долоні		5-15
Передпліччя		25-35
Плече		30-40
Спина		40-70

Завдання 2. Дослідження температурної чутливості шкіри.

Заповнюють естензіометр льодом і визначають холодові точки. Для цього стержнем приладу торкаються різних ділянок шкіри, на які покладено трафарет з отворами. Підрахунок проводять по зигзагоподібній лінії у квадраті трафарету (50 дотиків, починаючи з лівого верхнього кута). При кожному дотику досліджуваний має повідомляти, що він відчуває – дотик чи холод. Підрахунок теплових точок проводять аналогічно, наповнивши естензіометр водою (50°C). За результатами оформляють таблицю.

Табл.7. Підрахунок терморцепторів шкіри.

Ділянка шкіри	Число рецепторів		Ділянка шкіри	Число рецепторів	
	Холод	Тепло		Холод	Тепло
Щока			Шия		
Пальці рук			Обличчя		
Долоні			Плече		
Передпліччя			Спина		

Завдання 3. Визначення адаптації терморцепторів шкіри до дії температури. Явище контрасту.

Опускають кисть руки у гарячу (+40°C) або у холодну (+10°C) воду. Одночасно пускають секундомір і визначають час адаптації терморцепторів – тобто час, протягом якого відчуття холоду або тепла слабшає.

Для спостереження явища контрасту опускають обидві руки (кінчики пальців) у воду, нагріту до 25°C. Переконавшись, що відчуття в обох руках однакове, одну руку переносять у воду з температурою +40°C, другу - +10°C. Через кілька хвилин одночасно переносять обидві руки у воду з температурою 25°C. При цьому виникає відчуття контрасту: рука, що була перед цим у холодній воді, відчуває тепло, друга, що була у гарячій воді, відчуває холод.

Завдання 4. Дослід Арістотеля.

Покладіть на стіл кульку, доторкніться до неї сусідніми ділянками шкіри кінцевих фаланг вказівного та середнього пальців і покатайте її по столу. Перехрестіть обидва пальці; доторкніться до кульки так, щоб вона опинилася між перехрещеними пальцями, та знову покатайте її по столу. У першому випадку буде відчуття однієї кульки, у другому – двох.

Перехрещеними пальцями доторкніться до кінчика носа – будете відчувати два кінчика носа.

Завдання 5. Дослід Вебера.

Щоб отримати ледь помітний приріст відчуття від тиску важка, потрібно збільшити цей вантаж на певну величину. У своїх дослідях Вебер визначив, що ця величина складає 3г на кожні 100г вантажа.

Досліджуваному на шкіру долоні руки накладають вантаж масою 100г. Потім накладають додатковий вантаж масою 1; 2; 3г. Досліджуваний із заплющеними очима повинен визначити, чи змінилася вага вантажа. Теж саме повторити з вагою вантажа 200г (очікувана вага додаткового вантажу – 6г).

Відмітити, чи відчувалася різниця при масі додаткового важка 1 або 2г для маси основного вантажа 100г та 1-5г при масі основного вантажа 200 г.

Питання для самопідготовки та контролю.

1. Будова шкіри.
2. Особливості будови рецепторів шкіри.
3. Характеристика тактильного аналізатора.
4. Від чого залежать індивідуальні коливання порогів тактильної чутливості?
5. Характеристика температурного аналізатора.
6. Поясніть різницю у кількості холодних та теплових рецепторів.
7. Який механізм адаптації терморекцепторів?
8. Відомий революціонер Камо, опинившись у в'язниці, симулював психічний розлад, що проявляється у відсутності больової чутливості. Камо реготав, коли йому палили шкіру, кололи голками, тощо. Однак у в'язничних лікарів виникли сумніви. На чому вони базувалися?
9. Азбука Брайля для сліпих - це сукупність рельєфних крапок. Відчуваючи їх кінчиками пальців, сліпі читають. У людей, що бачать здатність до такого читання виражена значно гірше. Поясніть конкретну причину цих розбіжностей.
10. Чим пояснити феномен досліду Арістотеля та чи не вступає він у протиріччя з принципом доречності? Адже ми отримуємо неадекватне відчуття.
11. Чому ми не відчуваємо перстень, що носимо постійно на пальці, і у той же час чітко відчуваємо, що на цей палець сіла муха?

ОСОБЛИВОСТІ НЮХОВОГО ТА СМАКОВОГО АНАЛІЗАТОРІВ

Мета. Дослідити поріг (гостроту) нюху та пороги смакової чутливості. Визначити чутливість різних ділянок язика до смакових подразників.

Прилади та матеріали. Набір Воячека: 4 флакони з притертими пробками, у яких містяться: 0,5% розчин оцтової кислоти – слабкий запах; етиловий спирт – запах середньої сили; водна настойка валеріани – сильний запах; нашатирний спирт – дуже сильний запах. Розчини цукру, солі, лимонної кислоти, хініну, кожний у концентрації 1,0; 0,1; 0,01; 0,001%; для цукру додатково – 2%, для хініну – 0,0001%. Усіх розчинів потрібно по 10мл. Вода, очні піпетки, скляночки або пробірки, пензлики або скляні палички.

Об'єкт дослідження. Людина.

Питання для теоретичної підготовки. Будова і функції смакового та нюхового аналізаторів. Теорії сприйняття смаку. Теорії сприйняття запаху. Чутливість нюху у людини та тварин. Адаптація та явище контрасту у смаковому та нюховому аналізаторах.

Завдання 1. Дослідження нюху у людини.

Відкриті флакони підносять до ніздрі досліджуваного (по черзі, відповідно номерам флаконів), пропонують зробити вдих і сказати, чи відчуває він запах та назвати його.

Якщо він відчуває і розпізнає усі чотири запахи, констатують *нормосомію*. У випадку несприйняття 1 або 1 та 2 запахів, відзначають *гіпосомію* (зниження нюху) 1 або 11 ступеня. Неможливість сприймати 1, 2, 3 запахи свідчить про *аносомію* (відсутність нюху), тому що нашатирний спирт може сприйматися за рахунок інших нервів.

Завдання 2. Визначення чутливості окремих ділянок язика до різних смакових подразнень.

На різні ділянки язика досліджуваного (кінчик, края, середня частина спинки, корінь) наносять крапельки розчинів (найбільшої концентрації) солі, хініну, лимонної кислоти та цукру.

Досліджуваний не повинен знати який розчин наносять йому на ту чи іншу ділянку язика, бо його завдання – визначити смак розчину.

Під час інтервалу між пробами, який складає 2хв, досліджуваний ретельно прополіскує рота водою.

За результатами досліду зробіть “карту” смакової рецепції язика.

Завдання 3. Визначення порога смакової чутливості у людини.

Досліджуваному на кінчик язика (не торкаючись його) піпеткою наносять краплю одного із розчинів, пропонують зробити ковтальний рух і визначити смак розчину.

Дослідження починають з розчину мінімальної концентрації, збільшуючи її до тих пір, поки досліджуваний не визначить смак розчину. Цю концентрацію приймають

за поріг даної смакової чутливості. Перед нанесенням розчину іншої речовини досліджуваний повинен прополоскати рот водою.

Результати занести у таблицю.

Табл.8. Визначення порогів смакової чутливості

Речовина	Концентрація розчину (%)	Смак	Поріг смакової чутливості	Речовина	Концентрація розчину (%)	Смак	Поріг смакової чутливості
Цукор	0,001			Лимонна кислота	0,001		
	0,01				0,01		
	0,1				0,1		
	1,0				1,0		
	2,0						
Харчова сіль	0,001			Хінін	0,0001		
	0,01				0,001		
	0,1				0,01		
	1,0				0,1		

Питання для самопідготовки та контролю.

1. Який шлях збудження від нюхових рецепторів до коркового центру нюхового аналізатора?
2. Зробіть порівняльну характеристику нюхового та смакового аналізатора.
3. Яку будову має смаковий аналізатор?
4. Охарактеризуйте види смакових рецепторів.
5. Які теорії пояснюють смакову рецепцію?
6. Які теорії пояснюють нюхову рецепцію?
7. Який зв'язок між смаком та нюхом?
8. Смакові сосочки мають у своєму складі велику кількість *холінестерази*.
9. До якого типу рецепторів вони відносяться – *первинновідчуваючих* або *вторинновідчуваючих*?
10. Щоб перевірити чи заряджена батарейка, електроди її полюсів прикладають до язика. На чому засновано це визначення?
11. Якщо під час сильного хвилювання перевірити смакові відчуття, то вони будуть послаблені чи підсилені у порівнянні із спокійним станом?

ВЕСТИБУЛЯРНИЙ АНАЛІЗАТОР. ФУНКЦІЇ РУХОВОГО АНАЛІЗАТОРА.

Мета. Дослідити статичну рівновагу, властивості рецепторів рухового аналізатора. Провести оцінку статичної та динамічної рівноваги.

Прилади та матеріали. Папір, олівець, секундомір, кистьовий динамометр.

Об'єкт дослідження. Людина.

Питання для теоретичної підготовки. Роль мозочка у координації рухів. Пропріорецепція. Будова та функції рухового аналізатора. Вісцерорецепція. Проводниковий відділ та коркові центри пропріорецептивної чутливості. Вестибулярний апарат, його відділи.

Завдання 1. Дослідження функцій вестибулярного апарату.

Досліджуваного становлять на фоні вертикальної лінії (край шафи, тощо) із зімкнутими п'ятками і носками та витягнутими вперед руками. Очі мають бути заплющені. Відмічають відхилення тулуба від вертикальної лінії (у який бік, на скільки сантиметрів).

“Крокуючий тест”. На підлозі на спеціальному клейончастому килимку малюють три концентричні кола діаметром 25, 50 і 100см. Кола ділять на 8 секторів по 45° кожний. Досліджуваний стає у центр кола спиною до світла і під власну лічбу робить 50 кроків на місці із заплющеними очима, високо піднімаючи ноги. Коли він зупиниться, оцінюють ступінь його повороту навколо власної осі, який у нормі не перевищує 45°. Лінійне зміщення вперед припустимо до позначки 100см.

На підлозі проводять дві паралельні лінії на відстані 20 см одна від одної. Лінія довжиною 5м закінчується з обох боків стартово-фінішними прямокутниками 30х40см. Досліджуваному пропонують по розмічених лініях доріжки спершу з відкритими, а потім із закритими очима – вперед і назад. Відхилення не має перевищувати 15см.

Завдання 2. Властивості рухового апарату.

Досліджуваний стає перед столом, бере олівець і заплющує очі (мають бути заплющені протягом усього досліджу). Досліджувач бере його руку і встановлює її у вихідне положення, яке повинно бути відображене на папері, що лежить на столі.

Потім досліджувач знімає з паперу руку досліджуваного, переносить її на деяку відстань від вихідної точки, опускає, затримуючи її там на 5 с, позначає це місце і в такій же спосіб повертає руку у вихідне положення. Через 10 і 60 с досліджуваний мусить відтворити пасивний рух (по горизонталі), заданий досліджувачем. При цьому останній робить помітку на папері. Він же повертає руку досліджуваного к вихідне положення.

Аналогічно досліджують відтворення пасивних рухів по вертикалі знизу уверх. Відхилення від заданого руху виражають у мм.

Порівняти рівень “м'язової пам'яті” у студентів групи та у залежності від часу, що минув після пасивного переміщення руки.

Завдання 3 Проба Ромберга (оцінка статичної координації).

Досліджуваний стоїть на одній нозі, до колінної чашечки якої доторкається п'яткою другої ноги. Очі заплющені, руки простягнуті вперед.

Звертають увагу на ступінь стійкості (нерухомо стоїть досліджуваний чи хитається), на наявність тремтіння повік та пальців. Передбачити страховку на випадок падіння!

Якщо така поза зберігається понад 15с (без тремтіння повік та пальців)—добра оцінка статичної координації. Якщо час менше і тремтять повіки та пальці - статична координація незадовільна.

Якщо важко, можна позу Ромберга замінити: стати прямо, п'ятки разом, очі заплющені. У нормі мають бути ледь помітні похитування.

Завдання 4. Пальцево-носова проба (динамічна координація).

Досліджуваний витягує праву руку вправо, потім він повинен швидко зігнути її і торкнутися кінцем вказівного пальця свого носа. Очі заплющені. Повторити лівою рукою.

Завдання 5. Оцінка функціонального стану рухового аналізатора (ступінь сприйняття м'язово-суглобових пропріорецептивних подразнень).

Оцінка точності відтворення заданих рухів: згинання кінцівок під певним кутом, повторне (із заплющеними очима) відтворення малюнка на дошці (намалювати нескладний малюнок, а потім відтворити його).

Оцінка (із заплющеними очима) зусиль, докладених до динамометра. Помилка на 10-20% порівняно з фактичною вважається припустимою.

Питання для самопідготовки та контролю

1. Яка роль вестибулярного апарата у здійсненні статокінетичних рефлексів?
2. Які наслідки має порушення функцій вестибулярного апарата?
3. Який взаємозв'язок рухового аналізатора з іншими аналізаторами?
4. Що таке кінестетичні сигнали?
5. Функції мозочка та їх порушення.
6. Якщо на рецептори, що мають *фонову імпульсацію*, наносити слабке подразнення, то виникаючу відповідь важко виявити, так як вона буде мало відрізнятися від фону. Запропонуйте спосіб, що дозволяє виділити корисний сигнал (тобто відрізнити відповідь на вплив від *спонтанної імпульсації*).
7. Якщо пацюків привчають знаходити шлях у лабіринті з численними поворотами, то навіть після вимкнення зору вони правильно знаходять усі повороти. Яку додаткову операцію (одну із двох можливих) потрібно зробити, щоб пацюк не зміг орієнтуватися у лабіринті?

РОЗДІЛ 5. ФІЗІОЛОГІЯ КРОВІ.

Основні поняття розділу

Кров - непрозора червона рідина, яка складається з плазми (плазма, яка не має фібрину – сироватка) та формених елементів: червоних кров'яних тілець (еритроцитів), білих кров'яних тілець (лейкоцитів) і кров'яних пластинок (тромбоцитів).

Кров як тканина – має особливості: складові частини утворюються за межами судинного русла; рідка міжклітинна речовина; основна частина крові знаходиться у постійному руху.

Система крові – складається з крові, органів кровотворення та руйнування, апарату регуляції.

Функції крові – транспортна (дихальна, регуляторна, екскреторна, поживна), гомеостатична, терморегуляторна, забезпечення гуморальної єдності організму та захисна.

Плазма крові – 91 % H₂O, 7-8% білка, 1,1% органічних речовин, 0,9% неорганічних речовин.

Функції білків плазми – забезпечення в'язкості крові; транспорт жирів, гормонів, металів; забезпечення онкотичного тиску; буферні властивості, гемостатична; імунологічна; ферментативно-метаболична. Розрізняють альбумін, α₁-глобуліни, α₂-глобуліни, β-глобуліни, γ-глобуліни, фібриноген, протромбін.

Функції еритроцитів – транспортна, захисна, регуляторна.

Функції тромбоцитів – адгезивно-агрегаційна, концентраційно-транспортна, ангіотрофічна, гемокоагуляційна, вазоконстрикторна.

Лейкоцитарна формула – кількісне співвідношення всіх лейкоцитів периферичної крові. Розрізняють: гранулоцити (еозинофіли, базофіли, нейтрофіли) та агранулоцити (лімфоцити, моноцити).

Шляхи підтримання рН крові – буферні системи; виведення CO₂ із організму; регуляція виведення кислих та лужних речовин.

Буферні системи крові – карбонатна, фосфатна, білки плазми крові, гемоглобінова.

Гемоліз – руйнування оболонки еритроцитів і вихід гемоглобіну в плазму, кров приймає лаковий вигляд.

Кольоровий показник (фарб-індекс Fi) - відносна величина, яка характеризує насичення у середньому одного еритроцита гемоглобіном.

ПІДРАХУНОК ФОРМЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КРОВІ.

Мета. Ознайомитись з методами підрахунку еритроцитів, лейкоцитів. Визначити вміст їх у крові.

Прилади та матеріали. Мікроскоп, лічильна камера Горяєва, пробірки, піпетки, скляні палички, 3% розчин хлориду натрію, 4% розчин оцтової кислоти, підфарбований метиленовим синім або генціанвіолетом, стерильний скарифікатор, настояка йоду, вата.

Об'єкт дослідження. Кров для аналізу.

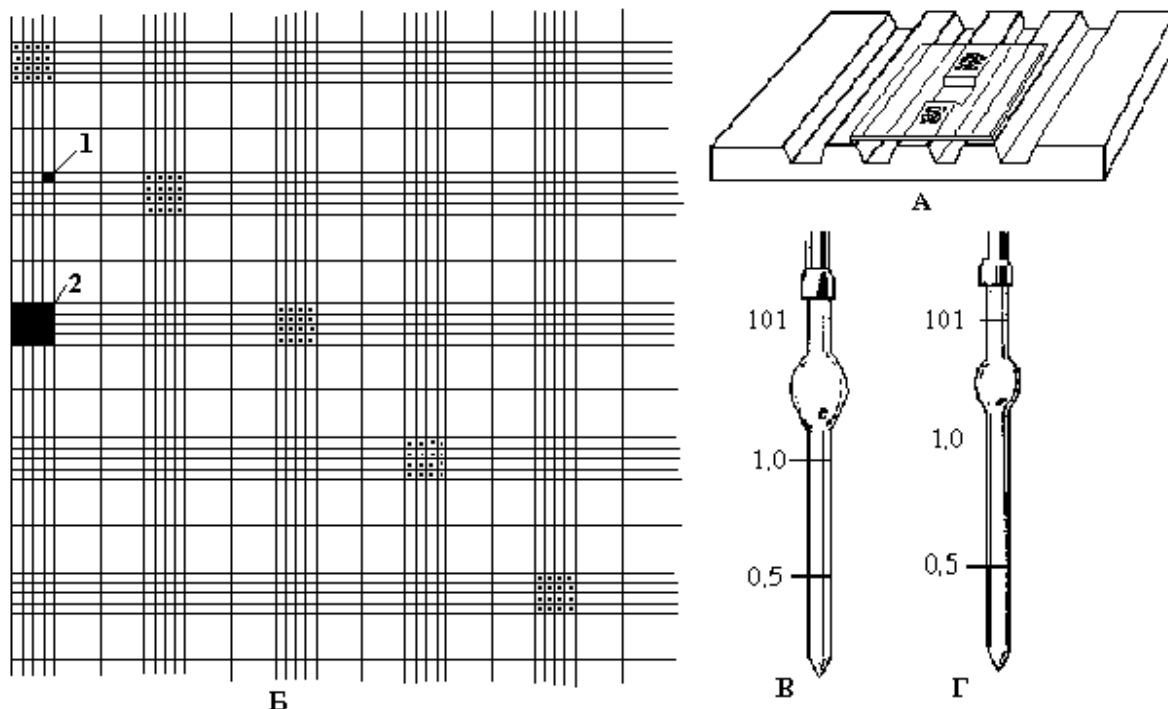
Питання для теоретичної підготовки. Будова еритроцитів.

Вплив різних факторів на кількість еритроцитів у крові. Анемії, еритроцитози. Класифікація та функції лейкоцитів. Лейкоцитозі і лейкопенії. Фагоцитоз, його біологічне значення. Тромбоцити, їхня роль в організмі.

Завдання 1. Методи взяття крові.

Невелику кількість крові можна взяти в людини, уколівши пучку четвертого пальця на лівій руці після обмивання шкіри цієї ділянки спиртом і ефіром. Прокол шкіри роблять на глибину 2-3 мм спеціально для цього пристосованим стерильним скарифікатором. Першу краплину крові знімають сухою марлею. Підносять піпетку до каплі крові, не торкаючись ранки, нахилиють капіляр до низу і нагнічують кров у піпетку. Відразу після взяття крові на пучку накладають марлю з розчином спирту (іноді додатково обробляють розчином йоду) і тримають великим пальцем, поки не припиниться кровотеча.

Завдання 2 Знайомство з камерою Горяєва.



Мал.19. Лічильна камера Горяєва.

А – лічильна камера (вид зверху).

Б – сітка Горяєва (1 – малий квадрат; 2 – великий квадрат).

В – змішувач для еритроцитів.

Г - змішувач для лейкоцитів.

Сітка Горяєва складається з 225 великих квадратів(15´15). Частина з них розділено вертикально і горизонтально на 16 маленьких квадратиків. Таких великих квадратів, які містять по 16 маленьких, в камері 25. Глибина камери дорівнює 1/10 мм, бік малого квадрата – 1/20 мм, отже, об'єм одного малого квадрата становить 1/4000 мм³ (1/20 ´ 1/20 ´ 1/10 = 1/4000) Одиницею відліку є маленький квадрат.

Завдання 3 Підрахунок кількості еритроцитів.

Камеру Горяєва накривають покривним скельцем і притирають його до появи райдужних кілець. Камеру розташовують під мікроскопом і розглядають при малому збільшенні, а потім при великому(до отримання чіткого зображення сітки Горяєва).

Кров набирають в меланжер до мітки 0,5, протирають його кінчик фільтрувальним папером, потім до заповнюють розчином (3 % NaCl) до мітки 101 (при цьому досягається розбавлення – в 200 разів).

Обережно протягом хвилини змішують кров, затиснувши капіляр першим і третім пальцями. Видувають із змішувача на ватку 3 краплі, а 4-ту наносять на середню площадку камери біля краю покривного скельця. Капілярними силами крапля втягується під покривне скельце і заповнює камеру.

Після заповнення камери вичікують 1-2 хв (доки осядуть формені елементи) і починають підрахунок при малому збільшенні мікроскопа. Підрахунок еритроцитів зручно вести при об'єктиві *8 і окулярі *15.

Підраховують кількість еритроцитів в 5 великих квадратах камери Горяєва (кожний з яких розділений на 16 маленьких, що складає в цілому 80 маленьких квадратів), які розташовані в різних місцях сітки (наприклад, по діагоналі). При цьому доцільно користуватись правилом:

"До даного квадрата відносяться всі еритроцити, які розташовані в середині та на верхній і лівій його межі".

Розраховують вміст еритроцитів у 1 мкл крові за формулою:

$$x = (n \cdot 4000 \cdot 200)/80 = n \cdot 10000, \text{ де}$$

x - число еритроцитів в 1 мкл цільної крові,

n - сума еритроцитів в 80 маленьких квадратах.

В нормі кількість еритроцитів в крові становить 4,5-5 млн./ мкл (1 мкл = 1 мм³).

Завдання 4. Підрахунок кількості лейкоцитів крові.

Камеру Горяєва накривають покривним скельцем і притирають його до появи райдужних кілець. Камеру розташовують під мікроскопом і розглядають при малому збільшенні (до отримання чіткого зображення сітки Горяєва).

Заповнюють змішувач кров'ю до мітки 0,5 (0,02 мл), протирають його кінчик фільтрувальним папером і дозаповнюють 4 % розчином оцтової кислоти, підфарбованим метиленовим синім до мітки 11 (0,4 мл).

Обережно змішують кров, затиснувши капіляр першим і третім пальцями, протягом хвилини. Видувають зі змішувача на ватку 1/3 його об'єму, а наступну краплю наносять на середню площадку камери біля краю покривного скельця.

Підраховують кількість лейкоцитів в 25 великих квадратах (що відповідає 400 малим) камери Горяєва, які розташовані в різних місцях сітки (наприклад, по діагоналі). При цьому доцільно користуватись правилом:

"До даного квадрата відносяться всі лейкоцити, які розташовані в середині та на верхній і лівій його межі".

Розраховують вміст лейкоцитів в 1 мкл крові за формулою:

$$x = (n \cdot 4000 \cdot 20) / 400 = n \cdot 200, \text{ де}$$

x – кількість лейкоцитів в 1 мкл крові

n - сума лейкоцитів в 400 маленьких квадратах.

В нормі кількість лейкоцитів в крові становить 5-8 тис/мкл.

Зарисувати фрагмент сітки камери Горяєва з великими та малими квадратами. Записати результат і зробити висновки про відповідність підрахованих формених елементів крові.

Питання для самопідготовки та контролю.

1. Яка техніка підрахунку еритроцитів та лейкоцитів?
2. В яких одиницях вимірюють кількість еритроцитів і лейкоцитів крові?
3. Які особливі фізико-хімічні властивості еритроцитів?
4. Що таке еритрон, еритроцитоз, еритропенія?
5. Характеристика та функції лейкоцитів.
6. Що таке лейкоцитоз та лейкопенія і які причини їх виникнення?
7. У хворих на серповидноклітинну анемію еритроцити набувають подовженої форми (у вигляді серпа). Здатність приєднувати кисень при цьому суттєво не порушується. З чим пов'язані патологічні явища?

ГЕМОЛІЗ. ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ГЕМОГЛОБІНУ І КОЛЬОРОВОГО ПОКАЗНИКА.ОТРИМАННЯ КРИСТАЛІВ ГЕМІНУ ТА ГЕМОГЛОБІНУ.

Мета. Вивчення дії на еритроцити різних хімічних речовин. Визначення концентрації гемоглобіну та кольорового показника в крові. Отримання та ідентифікація кристалів геміну та гемоглобіну.

Прилади та матеріали. Мікроскоп, пробірки, предметні та накривні скельця, гемометр Салі, стерильний скарифikator, вата, спирт, скляні палички, піпетки, фільтрувальний папір, дистильована вода, 100мл 1 % розчину NaCl, йод, 0,1 н. розчин соляної кислоти, фізіологічний розчин, 5 % розчин аміаку, 0,1 % розчин соляної кислоти, кристалічний NaCl, льодяна оцтова кислота, канадський бальзам, хлороформ, 1 мл крові тварини.

Об'єкт дослідження. Кров для аналізу.

Питання для теоретичної підготовки. Будова та функції еритроцитів. Гемоліз, які причини його викликають. Кольоровий показник. Гемоглобін, його будова і значення для газообміну.

Завдання 1. Спостереження гемолізу.

У штативі ставлять 4 пробірки, в які наливають по 3 мл відповідно: в 1-шу – фізіологічного розчину, в 2-гу – дистильованої води, в 3-тю – 0,1 %-го розчину HCl, у 4-ту – 5 % розчину аміаку. В усі пробірки вносять піпеткою по 2 краплини цитратної крові. Пробірку з кров'ю, що в ній залишалася, ставлять у морозильну камеру холодильника на одну годину, потім виймають і розморожують у склянці з гарячою водою. Розглядають вміст усіх 5 пробірок, визначають наявність чи відсутність гемолізу.

Краплину крові розбавите фізіологічним розчином, покладіть на предметне скло і розгляньте під мікроскопом. Згодом на край предметного скла нанесіть краплину дистильованої води, що швидко заходить під покривне скельце і впливає на еритроцити, які спочатку набрякають, а згодом зникають. Якщо на край накривного скельця нанести розчин йоду, то строма еритроцита забарвлюється в жовтий колір.

Завдання 2 Визначення осмотичної стійкості еритроцитів.

Візьміть ряд пробірок, запишіть їх номери, приготуйте розчини кухонної солі різної концентрації(0,1 % 0,2 %...1 %), додайте до них по 0,5 мл 20 % суспензії крові, перемішайте і поставте на 1 год. Після цього спостерігайте, в якій пробірці стався повний, частковий, або зовсім не відбувався гемоліз.

При повному гемолізі спостерігається забарвлення розчину, при відсутності його залишається прозорим, безбарвним, а еритроцити осядуть на дно; при частковому гемолізі зруйновані еритроцити забарвлюють розчин, а цілі – осядуть на дно.

Отже, еритроцити тієї самої крові мають неоднакову осмотичну стійкість відносно гіпотонічних розчинів. Для здорових людей мінімальна стійкість лежить у межах 0,46-0,58 % NaCl, а повний гемоліз настає при 0,30-0,32 % NaCl.

Завдання 3 Визначення кількості гемоглобіну в крові.

Вміст гемоглобіну в крові встановлюють за допомогою гемометра Салі. Він складається з штативу (задня стінка виготовлена з матового скла), в який поміщені три пробірки однакового діаметру. Дві крайні пробірки запаяні і містять розчин солянокислого гематину, середня градуйована і відкрита. До приладу додається капіляр з міткою 20 мкл (капіляр Салі), скляна паличка та піпетка.

В середню пробірку гемометра наливають 0,1н. розчин HCl до нижньої кільцевої мітки. В капіляр Салі до мітки набирають кров, видаляючи надлишок з кінчика капіляра фільтрувальним папером. Видувають кров в середню пробірку так, щоб верхній шар розчину кислоти залишався не зафарбованим. Не виймаючи піпетки з розчину, ополіскують її у верхньому шарі.

Після цього вміст пробірки перемішують, вдаряючи пальцем по дну пробірки, і залишають стояти 5-10 хв (для перетворення гемоглобіну в солянокислий гематин).

Перемішуючи скляною паличкою, краплями додають дистильовану воду до того часу, коли його колір співпаде з кольором стандартного розчину. Цифра, яка стоїть на рівні нижнього меніску отриманого розчину, показує вміст гемоглобіну в крові, що досліджується в грам-відсотках.

Розрахуйте відносний відсотковий вміст гемоглобіну в одиницях Салі за формулою:

$$X = (100 \cdot \text{Gem}) / 16,7, \text{ де}$$

Gem – вміст гемоглобіну в г %

Порівняйте кількість гемоглобіну у жінок та чоловіків і зробіть висновки.

Зниження концентрації гемоглобіну в крові спостерігається при різних анеміях (через кровотечу, нестаток заліза, цианокобаламіну (віт. В12), фолієвої кислоти, при підвищеному гемолізі еритроцитів).

Підвищення концентрації гемоглобіну в крові трапляється при збільшенні кількості еритроцитів, легенево-серцевій недостатності, пороках серця.

Завдання 4.Визначення кольорового показника.

Кольоровий показник характеризує ступінь насиченості еритроцитів

Кольоровий показник є часткою відділення відносного вмісту гемоглобіну (Г%) на відносну кількість еритроцитів (Е%).Визначають за формулою:

$$\text{КП} = (\text{Г}\%) / (\text{Е}\%),$$

Відносну кількість еритроцитів (Е%), визначають, поділивши знайдену їх кількість на середній вміст еритроцитів у крові здорової людини. При цьому, за 100% еритроцитів умовно приймають $5 \cdot 10^{12}$ /л, а за 100 % (або одиниць) гемоглобіну умовно приймають величину 166,7 г/л.

У нормі кольоровий показник крові дорівнює 0,75-1,05

Кольоровий показник можна розрахувати за спрощеною формулою:

КП = (вміст гемоглобіну в г/л * 3): три перших числа еритроцитів у 1 мкл крові

При анеміях величина його може бути більше вказаного числа (гіперхромні анемії) і менше (гіпохромні анемії).

У новонароджених у перші дні життя кольоровий показник дещо перевищує одиницю. Зниження величини кольорового показника крові нижче норми може бути виявлене при хронічній постгеморрагічній та залізодефіцитній анеміях.

Завдання 5 Отримання кристалів геміну.

До розмазаної тонким шаром і висушеної краплини крові на предметному склі додайте одну-дві краплини льодяної оцтової кислоти та кілька кристаликів хлориду натрію. Накрийте накривним скельцем і підігрійте до кипіння та зникнення запаху кислоти, що відповідає часу парування рідини.

Препарат після підсушування розгляньте під мікроскопом; видно буде дрібні кристалики солянокислого геміну із зрізаними навскоси краями.

Завдання 6 Отримання кристалів гемоглобіну.

У пробірку з 1 мл крові морської свинки додайте дистильованої води та спирту в кількості 1/4 частини всієї рідини і поставте на холод, де почнуть кристалізуватися кристали гемоглобіну.

У краплину канадського бальзаму, розбавленого хлороформом, додайте краплину свіжої крові, розмішайте, накрийте накривним скельцем і розгляньте під мікроскопом початок і дальшу кристалізацію гемоглобіну.

Питання для самопідготовки та контролю.

1. Що таке гемоліз і які є його види?
2. Пояснить механізм гемолізу.
3. Що таке фарб-індекс і як його розраховують?
4. Які еритроцити мають назву гіперхромні, гіпохромні та нормохромні?
5. Які функції виконують еритроцити?
6. Як визначають осмотичну стійкість еритроцитів?
7. Значення гемоглобіну для газообміну.
8. Які фактори впливають на вміст гемоглобіну в крові?
9. Чому при гострому психічному стресі може статися інфаркт міокарду?
10. Злочинець, щоб приховати сліди злочину, спалив закривавлений одяг жертви. Однак судово-медична експертиза на основі аналізу попелу встановила наявність крові на одязі. Як це зробили?
11. Чи можна розглядати роботу буферних систем крові як прояв фізіологічної регуляції?
12. Після введення тварині певного препарату венозна кров стала такого ж кольору, як і артеріальна. На які процеси подіяв препарат?

УМОВИ ТА ШВИДКІСТЬ ОСІДАННЯ ЕРИТРОЦИТІВ.

ВИЗНАЧЕННЯ РЕАКЦІЇ ТА ГРУПИ КРОВІ.

Мета. Визначити умови та час осідання еритроцитів. Навчитись розрізняти групи крові. Виявити індивідуальну сумісність груп крові. Визначити реакцію крові.

Прилади та матеріали. Пробірки, прилад Панченкова, годинникове скло, піпетки, скляні палички, предметне скло, вата, спирт, фільтрувальний папір, стерильний скарифікатор, водяна баня, парафін, червоний та синій лакмусовий папір, чашка Петрі, 5% розчин цитрату натрію, стандартні сироватки.

Об'єкт дослідження. Кров для аналізу.

Питання для теоретичної підготовки. Механізм зсідання крові. Фізіологічна система, що протидіє зсіданню крові. Групи крові. Фізико-хімічні властивості крові. Буферні системи крові.

Завдання 1. Визначення швидкості осідання еритроцитів.

Стабілізована цитратом натрію кров при відстоюванні розділяється на верхній світлий шар плазми та нижній червоний шар формених елементів.

Осідання еритроцитів пов'язане зі зміною їх електростатичних властивостей, і швидкість осідання в основному залежить від властивостей плазми.

В нормі ШОЕ у чоловіків - 3-7 мм/год, у жінок - 7-12 мм/год.

Капіляром з приладу Панченкова набирають 5% розчин цитрату натрію до мітки 50 (Р) і випускають на годинникове скло. Набирають в капіляр досліджуваної крові до мітки 0 (К) і змішують її на годинниковому склі з розчином цитрату натрію. Відразу ж набирають другу порцію крові і повторюють операцію.

Набирають в капіляр суміш до мітки 0 (К), закривають верхній кінець пальцем і, обпершись нижнім краєм в гумове нижнє кільце приладу Панченкова, вставляють верхній кінець в гумове кільце зверху.

Відмічають час і через 1 годину визначають висоту стовпчика прозорої плазми в мм.

У нормі ШОЕ (за Панченковим) у чоловіків - 1-10 мм/год, у жінок - 2-15 мм/год.

Збільшення ШОЕ відмічається при запальних, пухлинних захворюваннях, ревматизмі, гострому лейкозі, анеміях, уремії.

Зменшення ШОЕ відмічають при еритремії, серповинноклітинній анемії, опіках, холері, вродженому пороці серця тощо.

Завдання 2. Умови прискорення та сповільнення зсідання крові.

Візьміть три пробірки з тільки що взятою кров'ю. Одну пробірку поставте на лід, другу – в термостат або в водяну баню при температурі 40°С, а стінки третьої пробірки до

наповнення кров'ю змажте парафіновим маслом або покрийте парафіном. Зверніть увагу на неоднчасне зсідання крові: холод і парафін перешкоджають зсіданню крові, а тепло прискорює. Нормальна кров людини зсідається за 8-10 хв. Пробірку, що нагрівалася, можна перекинути, і кров з неї не виливається. Довге стояння пробірки в теплі спричинить стискання (*ретракцію*) згустку крові, причому можна помітити витискування світло-жовтої рідини, що називається сироваткою.

Завдання 3 Визначення реакції крові.

Змочить листочки червоного та синього лакмусового паперу 10%-ним розчином хлористого натрію і на них нанесіть по краплині крові, які через 0,5 хв змийте. На червоному листочку лакмусового паперу залишається синювата пляма, тобто рН крові має лужну реакцію.

Завдання 4 Визначення груп крові.

На предметне скло біля позначення 0(I), A(II), B(III) послідовно наносять по одній краплині сироваток груп 0ab(I), Ab(II) і Ba(III). Три краплини крові переносять скляною паличкою на предметне скло і поміщають поряд з сироватками груп 0ab(I), Ab(II) і Ba(III).

Відмітивши час, іншою скляною паличкою перемішують кров з сироваткою групи 0(I) до одержання рівномірної суміші. Іншою скляною паличкою перемішують другу краплину крові з сироваткою групи Ab(II) і те ж саме роблять з сироваткою групи Ba(III).

Визначення групи крові проводять протягом 5 хв при похитуванні скла. З настанням аглютинацій, проте не раніше 3 хв, до краплини, де відбувається аглютинація, слід додати одну краплину фізіологічного розчину і продовжувати спостереження при похитуванні предметного скла.

Оцінка результатів реакції ізогемаглютинації:

А) При позитивній реакції в суміші з'являються дрібні зернятка, які помітні неозброєним оком; вони складаються з еритроцитів, що склеїлись.

Б) При негативній реакції рідина увесь час залишається рівномірно забарвленою в рожевий колір.

При дослідженні трьома сироватками груп 0ab(I), Ab(II) і Ba(III) можливі чотири комбінації позитивних і негативних реакцій.

Якщо всі три сироватки дали негативну реакцію – досліджувана кров належить до групи 0(I).

Якщо негативну реакцію дала лише сироватка групи Ab(II), а сироватки групи 0ab(I) і Ba(III) дали позитивну реакцію, то досліджувана кров належить до групи A(II).

Якщо сироватка групи Ba(III) дала негативну реакцію, а сироватка групи 0ab(I) і Ab(II) – позитивну, то досліджувана сироватка належить до групи B(III).

Якщо усі три сироватки дали позитивну реакцію, то досліджувана кров належить до групи АВ0 (IV).

Перед дослідженням заповнить таблицю 10:

Таблиця 10.

Визначення груп крові людини.

ГРУПА СИРОВАТКИ	ГРУПА ЕРИТРОЦИТІВ			
	0(I)	A(II)	B(III)	AB(IV)
ab(I)				
b(II)				
a(III)				
(IV)				

Визначте свою групу крові і результат запишіть у зошит.

Завдання 5 Дослід на індивідуальну сумісність.

У чашку Петрі беруть дві краплини сироватки крові піддослідного і добавляють до них краплину консервованої крові донора, все перемішують, після чого чашку ставлять на 10 хв у посудину з водою при температурі 45° С.

Якщо кров донора і кров реципієнта сумісні за групою і резус фактором, то аглютинації не буде.

Якщо ж відбулася аглютинація, то кров може бути несумісна або за групою, або за резус-фактором.

Цей дослід розрахований на те, щоб виключити несумісність за резус-фактором. Одночасно з цим він виключає групову несумісність.

Питання для самопідготовки та контролю/

1. Який механізм зсідання крові?
2. Які фактори складають систему зсідання крові?
3. Які фактори відносяться до систем, що протидіють зсіданню крові?
4. Чому в здоровому організмі кров не зсідається?
5. Як прискорити, уповільнити, запобігти зсіданню крові?
6. У чому суть методу визначення групи крові?
7. Яку рН має кров і як здійснюється регуляція рН крові?
8. Які буферні системи крові Ви знаєте?
9. Які фізико-хімічні властивості крові?
10. Чому при наявності у судинах атеросклеротичного процесу підвищується вірогідність утворення тромбу у середині судини?
11. При тривалому голодуванні у людей з'являються голодні набряки. У чому причина цього?

РОЗДІЛ 6. ФІЗІОЛОГІЯ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ.

Основні поняття розділу

Функції серцево-судинної системи - транспортна, дихальна, поживна, екскреторна, терморегуляційна, гуморальної регуляції.

Функціональні відділи системи кровообігу:

- Генератор тиску і витрату – серце
- Судини високого тиску – аорта
- Судини стабілізатори тиску – артерії
- Судини розподілення капілярного кровообігу – артеріоли та прекапіляри
- Судини обміну – капіляри
- Акумулюючі судини – венули та вени
- Судини венозного повернення крові – порожнисті вени
- Шунтуючі судини – артеріо-венулярні анастомози

Серцевий цикл – період, який охоплює одне скорочення (*систола*), і одне розслаблення (*діастола*) передсердь та шлуночків.

Систола шлуночків – складається з періоду напруги, періоду вигнання крові та періоду протодіастолічного.

Діастола шлуночків – складається з періоду ізометричного розслаблення, періоду наповнення кров'ю та пресистолічного періоду.

Основні види регуляції діяльності серця – міогенна саморегуляція, внутрішньосерцева нейрогенна, зовнішньосерцева рефлекторна, внутрішньо серцева гуморальна, зовнішньо серцева гуморальна.

Механізми венозного повернення крові до серця :

1. *visa fronte* (сила з переду)

а) негативний тиск у грудній порожнині (присисна роль дихання)

б) негативний тиск в устю передсердь в діастолу (присисна роль серця)

2. *visa tergo* (сила з заду)

а) остаточна кінетична енергія серця у вигляді тиску крові в кінці капілярів

б) скорочувальна діяльність скелетних м'язів

Артеріальний пульс – ритмічні коливання стінки артерії, обумовлені підвищенням тиску у період систоли.

Кров'яний тиск – співвідношення сили, з якою кров діє на стінки судин, до площі цих стінок

ВИЗНАЧЕННЯ ФАЗ СЕРЦЕВОГО ЦИКЛУ ТА

СТУПЕНЯ АВТОМАТІЇ РІЗНИХ ВІДДІЛІВ СЕРЦЯ ЖАБИ

Мета. Зробити аналіз серцевого циклу, записуючи криву скорочень жаби. Вивчися ролі різних відділів провідної системи серця та функціональних зв'язків між ними.

+Прилади та матеріали. Препарувальний набір, препарувальна дощечка, штатив, важілець Енгельмана, кімограф, нитки, булавки, розчин Рінгера, піпетка.

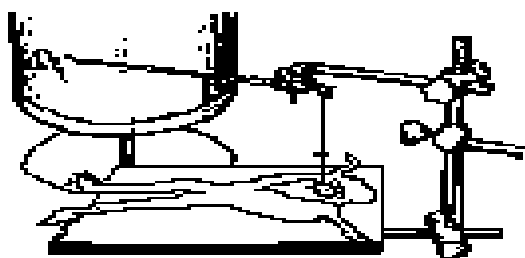
Об'єкт дослідження. Жаба.

Питання для теоретичної підготовки. Будова та функції серця. Серцевий цикл. Зміна збудливості серця в різних фазах його діяльності. Абсолютна та відносна рефрактерність.

Особливості атипічних м'язових волокон серця. Провідна система серця. Центри автоматії серця, градієнт автоматії. пейсмейкер.

Завдання 1. Запис скорочень серця жаби.

Знерухомлюють жабу, руйнуючи зондом спинний мозок. Кладуть її на препарувальну дощечку черевцем доверху і фіксують булавками. Ухопивши пінцетом шкіру посередині черевця, надсікають її, роблять з двох боків розрізи до плечового з'єднання, зрізають клапоть шкіри. Обтирають ножиці – щоб запобігти попаданню секрету шкірних залоз на серце. Оголюють серце, для цього піднімають пінцетом відросток грудини і роблять невеликий поперечний розріз черевних м'язів. Вводять у розріз браншу ножиць і розсікають зліва та справа плечовий пояс. Кістково-м'язовий клапоть зрізають. Піднявши пінцетом перикард, розсікають його і оголюють серце. Жабу влаштовують на дощечці так, щоб серце було безпосередньо під серфіном, який поєднано із закріпленим у штативі пишучим важільцем з підвішеною гиркою (мал. 20).



Мал. 20. Установа для запису скорочень серця жаби.

Натиснувши на верхню частину серфіну, а через неї і на верхівку шлуночка, обережно піднімають і перерізують вуздечку, яка обмежує рух важільця. Серце періодично звожують розчином Рінгера.

Під час запису кардіограми положення важільця має бути строго горизонтальним, а положення нитки з серфіном, яка йде до важільця, - строго вертикальним, щоб

забезпечити максимальну амплітуду коливань пишучого важільця по поверхні барабана кімографа, що повільно рухається.

Спостерігають послідовність скорочень відділів серця і позначають відповідні фази на одержаному записі.

Завдання 2 Автоматія серця (дослід Станніуса)

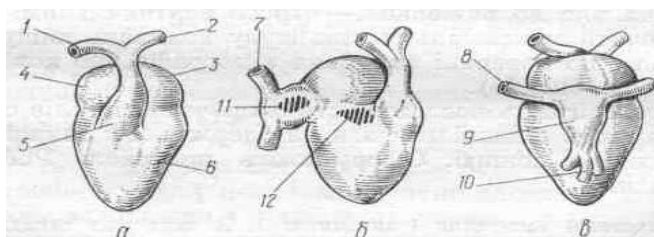
У жаби розрізняють такі відділи автоматії (мал.21):

вузол Ремака — між венозним синусом і передсердям (наділений найбільшою автоматією і є водієм ритму);

вузол Біддера— у міжпередсердній перетинці на межі із шлуночком, від нього відходять волокна атипової мускулатури (волокна Пуркінє);

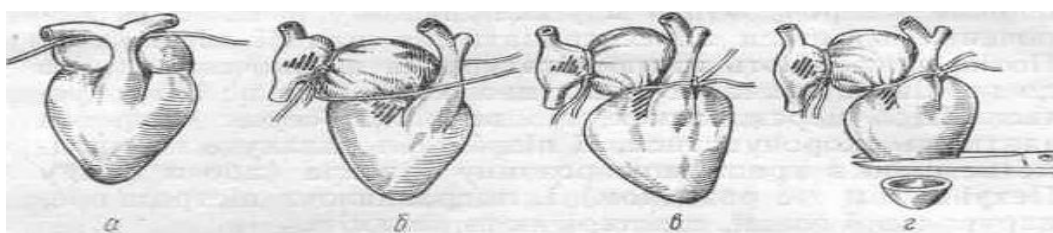
вузли Догеля, розташовані нижче попереднього вузла, на нервових столиках, що від нього відходять.

Складають установку для запису скорочень серця жаби. Знерухомлюють жабу, руйнуючи спинний мозок.



Мал.21. Схема будови серця жаби.

а — вигляд з черевної сторони; б — вигляд збоку; в — вигляд із спинної сторони; 1 — права дуга аорти; 2 — ліва дуга аорти; 3 — ліве передсердя; 4 — праве передсердя; 5 — конус аорти; 6 — шлуночок; 7 — права передня порожниста вена; 8 — ліва передня порожниста вена; 9 — венозний синус; 10 — задня порожниста вена; 11 — вузол Ремака; 12 — вузол Біддера.



Мал.22.Схеми накладання лігатур Станніуса:

а — накладання лігатури на венозний синус;

б, в — накладання лігатури між передсердями та шлуночком;

г — видалення верхівки серця.

Жабу кладуть на дощечку черевцем вверху і фіксують за лапки шпильками. Захоплюють пінцетом відросток груднини, нижче нього ножицями розрізують шкіру і видаляють над серцем передню поверхню грудної стінки. Обережно, щоб не пошкодити серце, зрізують перикард. Тонким пінцетом просувають лігатуру між дугами аорти і порожнистими венами, злегка зав'язують її, розташовуючи по сіноатрикулярній борозні. Таку саму лігатуру протягують над борозною, яка міститься між передсерддями та шлуночками (мал.22).

Закріплюють дощечку з жабою у штативі, встановлюють пишучий важілець в горизонтальне положення. Затискають серфіном верхівку шлуночка, при цьому серце витягується з грудної порожнини.

На задній його поверхні перерізують вуздечку, яка може уповільнити рух важільця. Притискають писчик важільця Енгельмана до паперу кімографа. Вмикають кімограф, проводять запис серцевих скорочень при великій швидкості обертання кімографа. Щоб запобігти висиханню серця, його періодично змочують розчином Рінгера.

Після вихідної реєстрації скорочень серця беруться до другої частини досліду — вивчення ступеня автоматії різних відділів серця. Вмикають кімограф і під час запису серцевих скорочень зтягають першу лігатуру, цим відокремлюючи венозний синус від передсердь. При цьому венозний синус продовжує скорочуватися, а передсердя та шлуночок зупиняються.

Продовжуючи запис, зтягають другу лігатуру між передсерддями та шлуночком. Часто після цього через кілька секунд шлуночок починає скорочуватися в уповільненому ритмі і ці скорочення вдається зареєструвати на папері кімографа.

Потім накладають третю лігатуру на шлуночок, ближче до верхівки. Звичайно після цього верхівка не скорочується. Щоб переконатися, що верхівка серця зберегла здатність скорочуватися, її відрізують, кладуть на предметне скло з краплиною розчину Рінгера (або в чашку Петрі з тим же розчином) і, подразнюючи вістрям препарувальної голки, спостерігають реакцію.

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

Зробити висновки.

Питання для самопідготовки та контролю.

1. З яких фаз складається серцевий цикл і яка їхня тривалість?
2. Назвіть клапани серця та їхні функції.
3. Як змінюється тиск порожнини серця, аорти та легеневої артерії під час серцевого циклу?
4. Яким структурам серця властива автоматія?
5. Значення окремих вузлів провідної системи серця.
6. Головний водій ритму, градієнт автоматії.
7. Як показати у досліді на жабі, що збудливість серцевого м'яза знижується при дії на нього блукаючого нерва?
8. Як повинна була б змінитися робота серця, якби гемоглобін не входив би до складу еритроцитів, а був розчинений у крові?

НЕРВОВА РЕГУЛЯЦІЯ СЕРЦЯ.

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НА СЕРЦЕВІ СКОРОЧЕННЯ.

ЕКСТРАКАРДІАЛЬНІ РЕФЛЕКСИ.

Мета. З'ясувати, як впливає зниження та підвищення температури навколишнього середовища на діяльність серця жаби. Викликати і спостерігати рефлекторні зміни діяльності серця.

Прилади та матеріали. Препарувальний набір, дощечка, булавки, пишучий важілець Енгельмана, серфін, кімограф, стимулятор, кювети, секундомір, гаряча вода, лід, фізіологічний розчин, металевий шпатель або пінцет, стерильні салфетки, 0,1% розчин нікотину, 0,1% розчин атропіну.

Об'єкт дослідження. Людина, жаба.

Питання для теоретичної підготовки. Регуляція серцевої діяльності. Вплив різних факторів на діяльність серця. Взаємовідношення симпатичної та парасимпатичної іннервації серця. Фізіологічні особливості механорецепторів передсердь, шлуночків і перикарда, їхнє значення. Серцево-судинні рефлекси.

Завдання 1. Вплив нервової регуляції на діяльність серця.

Подразнення блукаючого нерва викликає гальмування діяльності серця: зменшення частоти скорочень серця (негативний хронотропний ефект), зменшення сили скорочень (негативний інотропний ефект), уповільнюється швидкість проведення збудження (негативний дромотропний ефект), знижується тонус серцевого м'яза (негативний тонотропний ефект). При подразненні симпатичного нерва діяльність серця поліпшується: симпатична нервова система здійснює позитивний хронотропний, інотропний, дромотропний і тонотропний вплив.

Блукаючий та симпатичний нерви у жаби йдуть в одному пучку, тому для дослідження їх впливу на серця потрібно подразнювати обидва нерва одночасно. Для проведення аналізу ефекту спільного подразнення блукаючого та симпатичного нервів, потрібно знати їх властивості:

1. Блукаючий нерв має більш короткий латентний період, а тому його ефект виявляється першим, в той же час після подразнення. Цей ефект виражається в уповільненні частоти або зменшенні сили (амплітуди) скорочень серця при середньому подразненні і в зупинки серця при сильному подразненні.
2. Симпатичний нерв має більш тривалий латентний період і дуже значну післядію. Ефект подразнення цього нерва виявляється спізненим та зберігається протягом деякого часу і після припинення подразнення. При середніх силах подразнення симпатичний ефект виявляється у невеликому збільшенні частоти і сили скорочень серця, при сильному подразненні – в значному їх збільшенні.
3. Блукаючий нерв легко адаптується до подразнення, тому при тривалому подразненні його ефект зникає і з'являється ефект подразнення симпатичного нерва.
4. Прегангліонарні волокна блукаючого нерва йдуть від довгастого мозку до синусового вузла, в якому і перериваються; постгангліонарні волокна мають

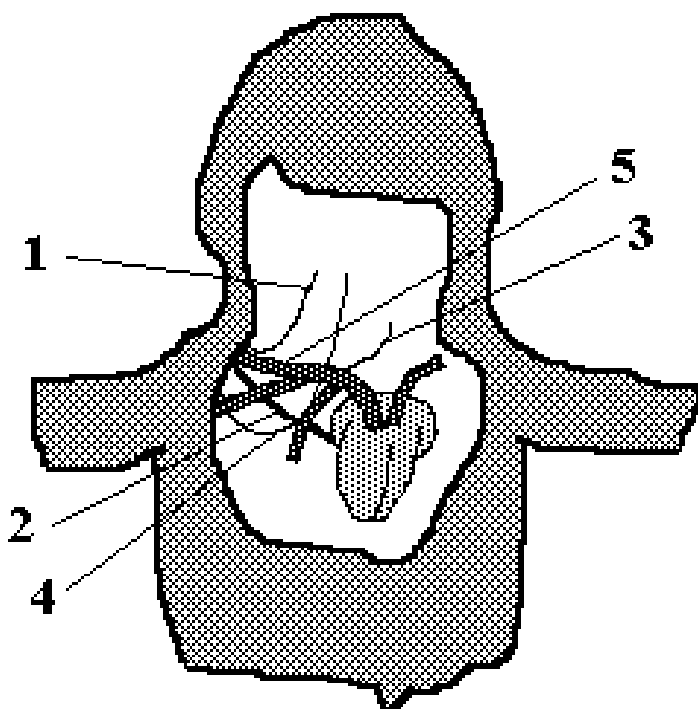
розгалуження у серці. Тому під впливом нікотину, який паралізує вегетативний ганглії, ефект подразнення блукаючого нерва зникає. Він зберігається при подразненні синусового вузла (тут подразнюються постгангліонарні волокна).

5. Прегангліонарні волокна симпатичного нерва доходять до переднього симпатичного ганглія, відкіля починаються постгангліонарні волокна. Тому ефект подразнення симпатичного нерва не зникає після дії нікотину на синусовий вузол.

Методика виконання роботи. Знерухомлюють жабу шляхом руйнування головного та спинного мозку.

Відпрепаровують вагосимпатичний нерв. Для цього знімають шкіру з нижньої щелепи і м'язи у кута щелепи, так щоб були видні два нерва, що йдуть разом і розташовані уздовж довгої осі тіла жаби – язикоглоточний та під'язичний.

Розсуньте тканини між цими нервами, знайдіть судинно-нервовий пучок, до складу якого входять сонна артерія, яремна вена і блукаючий нерв разом з симпатичними волокнами. Весь пучок разом з судинами беруть на лігатуру, перев'язують і перерізають якомога ближче до виходу нервів із черепа. При цьому не слід захоплювати розташовані медіальніше язико-глоточний та під'язиковий нерви. Кладуть жабу на препарувальну дощечку черевцем доверху і фіксують булавками за лапки.(дивись мал. 23)



Мал.23. Топографія вагосимпатичного нерва жаби

1. Язикоглоточний нерв;
2. Вагосимпатичний нерв;
3. Гортанний нерв;
4. Під'язиковий нерв;
5. Сонна артерія.

Закріплюють препарувальну дощечку в штативі. Затискають серфіном верхівку шлуночка.

Серце витягують з грудної порожнини. На задній його поверхні відшуковують і перерізають уздечку. Записують на кімографі серцеві скорочення в нормі.

Поміщають нерв на електроди і подразнюють протягом 10 с слабким струмом (50 Гц, 20-50 В). Якщо не настає уповільнення скорочень серця, то треба збільшити силу подразнення. Спостерігають сповільнення та послаблення серцевих скорочень. Після кожного подразнення вичікуйте 2-3 хвилини, пам'ятайте, що блукаючий нерв легко адаптується до подразнення.

Запишіть кардіограму, яка відображає уповільнення ритму при подразненні струмом середньої сили с наступним збільшенням частоти та сили серцевих скорочень під впливом симпатичного нерва.

Збільшіть силу струму і подразнюйте вагосимпатичний нерв протягом 20-30 с. Кардіограму запишіть під час дії подразнення та протягом 1-2 хвилин після подразнення. Відзначте послідовні фази реакції серця на подразнення:

1. Зупинка серця у момент нанесення подразнення, яка продовжується протягом деякого часу і після закінчення подразнення.

2. Серце починає рідко скорочуватись, потім ритм його поступово прискорюється (прояв симпатичного ефекту). Разом з частішанням ритму спостерігається збільшення сили скорочень серця. Протягом 1-2 хвилин серце скорочується сильніше та частіше, ніж в нормі, потім ритм і сила скорочень серця поступово зменшуються та повертаються до початкового рівня.

Розберіть, які фази реакції серця зв'язані з подразненням волокон блукаючого нерва і які – з подразненням симпатичного нерва. Поясніть ефекти, виходячи з особливостей збудливості і тривалості латентного періоду блукаючого і симпатичного нервів.

Продовжите дану роботу й установите, волокна якого нерва перериваються в синусному вузлі. Для цього змажте серце, особливо в області синуса, 0,1% розчином нікотину (можна накласти ватку, змочену розчином нікотину, на область синусного вузла).

Через 5 хвилин після впливу нікотинном подразнюйте узятую на лігатуру вагосимпатичну гілочку. Тепер подразнення не викликає ні зупинки, ні уповільнення ритму скорочень серця – спостерігається тільки прискорення і посилення серцевих скорочень. Зніміть електроди з нерва і перенесіть їх на венозний синус. Подразнюйте тим же сильним струмом область синусного вузла протягом 1-2 с - настає тривала зупинка серця, зв'язана з подразненням постгангліонарних волокон блукаючого нерва.

Смажте серце 0,1% розчином атропіну, що паралізує закінчення блукаючого нерва. Знову подразнюйте венозний синус – зупинка серця не настає.

Завдання 2. Вплив температури на серцеві скорочення жаби.

Знерухомлюють жабу ефірним наркозом. Фіксують на дощечці у спинному положенні. Оголюють серце, верхівку його фіксують і з'єднують з важільцем Енгельмана. Записують вихідну кардіограму на стрічці кімографа. Охолоджують жабу, обкладаючи її шматочками льоду. Знов записують кардіограму. Припиняють охолодження і через 5 хв знову

записують кардіограму. Перед кожним записом підраховують кількість серцевих скорочень за хвилину.

Потім занурюють дощечку з жабою в кювету з підігрітою до 27 °С водою, але так, щоб серце лишалося над водою. Записують кардіограму, а потім через 5 хв — другу, підраховують кількість серцевих скорочень за хвилину.

Після цих дослідів можна провести спостереження за дією тепла і холоду на ізольоване серце жаби. Видалити серце з організму, помістити у чашку Петрі з розчином Рінгера і підрахувати кількість скорочень. Розчин має бути підігрітим до 27—30 °С (шляхом доливання гарячого розчину); охолодженим—додаванням льоду.

Завдання 3 Рефлекторний вплив шкірних подразнень на серце жаби.

Закріпіть спинальну жабу на корку черевцем догори. Оголіть серце, зачепіть верхівку сер фінкою і з'єднайте її з важелем ниткою. Під час записування скорочень серця поколюйте шкіру жаби голкою або капайте на неї 0,5% розчин сірчаної кислоти. Внаслідок подразнення виникає рефлекторне (через симпатичну систему) прискорення скорочень серця.

Завдання 4. Вісцеро-кардіальний рефлекс (дослід Гольца)

Подразненням різних рефлексогенних зон (рецепторів, аферентних волокон) можна викликати рефлекторні зміни (уповільнення чи прискорення) діяльності серця.

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

У жаби видаляють частину головного мозку — відсікають голову позаду очей; фіксують жабу черевцем вверх на препарувальному столику. Оголюють серце, підраховують кількість серцевих скорочень. Потім шпателем або пінцетом наносять 2—3 удари по черевній стінці і знову підраховують кількість серцевих скорочень. Серце скорочуватиметься повільніше або зупиниться.

Дослід треба повторити кілька разів.

Завдання 5. Окуло-кардіальний рефлекс (дослід Даніні-Ашнера).

У людини при натисканні на очні яблука частота серцевих скорочень зменшується. Це явище пояснюється рефлекторним збудженням ядер блукаючого нерва. Рефлекторна дуга цього рефлексу складається з аферентних волокон окорухового нерва, нейронів довгастого мозку та блукаючих нервів, які при збудженні справляють гальмівну дію на серце.

У досліджуваного визначають (за пульсом) частоту серцевих скорочень. Досліджувач через стерильні марлеві салфетки другим і третім пальцями протягом 10 с повільно натискає на очне яблуко з двох сторін від рогівки (не сильно!). Одразу ж після натискування знову підраховують частоту скорочень. Звичайно за цих умов пульс стає рідшим у середньому на 10 ударів.

Питання для самопідготовки та контролю.

1. Взаємовідношення симпатичної та парасимпатичної іннервації серця.
2. Як змінюється серцева діяльність жаби під дією тепла та холоду? Поясніть механізм цього впливу.
3. Як змінюється робота серця при подразненні органів черевної порожнини?
4. При якому стані спостерігається рефлекторний вплив на діяльність серця з органів травлення?
5. Як реагує серце на емоційні фактори? Механізм цих впливів.
6. Поясніть механізм виникнення окуло-кардіального рефлексу.
7. Вплив факторів на діяльність роботи серця.
8. У хворого приступ тахікардії і під рукою немає ліків. Як можна спробувати обірвати приступ?
9. Визвано екстракардіальний рефлекс. При цьому у клітинах міокарду виникла гіперполяризація. Який еферентний нерв діяв на серце?
10. Що відбулося б, якби зміни МП у клітинах сіноатріального вузла та у клітинах м'язів передсердь та шлуночків проходили б синхронно?
11. При подразненні змішаного вагосимпатичного стовбуру у жаби спочатку спостерігається вагусний рефлекс – зупинка серця, а потім симпатична післядія – прискорення роботи серця після закінчення подразнення. Поясніть причину симпатичної післядії.

Лабораторна робота № 26.

ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФІЯ.

Мета. Провести реєстрацію та аналіз електрокардіограми людини.

Прилади та матеріали. Електрокардіограф, електроди, 10% розчин хлориду натрію, марлеві салфетки.

Об'єкт дослідження. Людина.

Питання для теоретичної підготовки. Електрокардіографія, її принципи. Електрокардіографічні відведення. Характеристика електрокардіограми. Основні тони серця, їх походження. Динаміка серцевих скорочень.

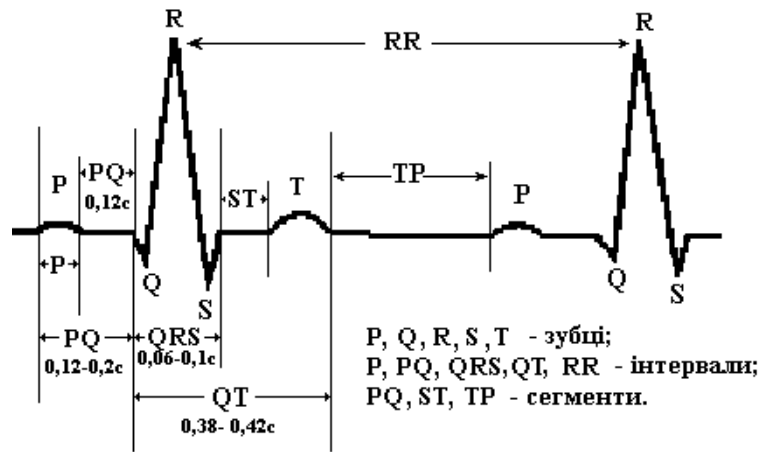
Завдання 1. Електрокардіографія.

Реєстрація електрокардіограми (ЕКГ) провадиться за допомогою електрокардіографа.

На електрокардіограмі розрізняють

зубці P, Q, R, S, T, з яких P, R, T спрямовані вгору від ізоелектричної лінії (позитивні),

зубці Q і S – униз (негативні). Розрізняють також інтервали P-Q, Q-T, S-T, R-R і комплекси QRS і QRST (мал.24).



Мал.24. Основні зубці та інтервали електрокардіограми.

Амплітуду зубців вимірюють в мілівольтах (мВ). При цьому прагнуть встановити підсилення так, щоб 1 мВ відповідав відхиленню від ізоелектричної лінії на 1 см. Ширину зубців та тривалість інтервалів вимірюють в секундах. При швидкості руху стрічки 50 мм за секунду, 1 мм відповідає 0.02 с (5 мм - 0.1 с), а при швидкості стрічки 25 мм/с, 1 мм відповідає 0.04 с (5 мм - 0.2 с). Ширину зубців та тривалість інтервалів оцінюють за тим відведенням, де ці параметри мають найкращу вираженість (переважно за 11 відведенням).

Зубець P відображає збудження передсердь. В нормі зубець позитивний (спрямований вгору) у всіх відведеннях. За амплітудою він, як правило, не перевищує 0.25 мВ (приблизно амплітуда до 2,5 мм), а за тривалістю — 0,06-0,11 с.

Інтервал P-Q (P-R) відлічується від початку зубця P (тобто включає в себе ширину останнього) до початку зубця Q (при його відсутності — до початку зубця R). Цей інтервал відображає час, який необхідний для деполяризації передсердь (зубець P), проведення імпульсу крізь атріовентрикулярне з'єднання, пучок Гісса та його гілки (інтервал від кінця зубця P до початку комплексу QRS, що називається також сегментом P-Q). Таким чином, інтервал P-Q характеризує проходження імпульсу по найбільшій ділянці провідної системи серця. Тривалість інтервалу P- Q прямо пропорційно залежить від частоти серцевого ритму, однак, в нормі він не повинен бути коротшим 0.12 с і не повинен перевищувати 0.2с (табл.11).

Таблиця 11.Залежність тривалості інтервалу P- Q від частоти серцевого ритму.

Число серцевих скорочень, уд/хв	Тривалість інтервалу P-Q, с	Число серцевих скорочень, уд/хв	Тривалість інтервалу P-Q, с
40	0,2	90	0,145
50	0,19	100	0,135
60	0,175	110	0,13
70	0,16	120	0,125
80	0,15	130-160	0,12

Зубець Q. є першим спрямованим вниз зубцем шлуночкового комплексу, який передує зубцю R.

Зубець Q відображає деполяризацію міжшлуночкової перегородки. Цей зубець є не обов'язковим елементом ЕКГ. У багатьох людей він відсутній.

У нормі зубець Q не перевищує за глибиною 25% амплітуди зубця R (амплітуда зубця Q до 2,5 мм), а тривалість не повинна перевищувати 0.03 с. Наявність зубця Q, який має відмінні параметри, як правило, вказує на патологічні зміни міокарду.

+Зубець R— будь-який позитивний зубець комплексу QRS (розташований вище ізометричної лінії). Цей зубець відображає деполяризацію верхівки, передньої, задньої та бокової стінок шлуночків серця.

Висота зубця R в нормі варіює в широких межах: 0.5-2.5 мВ. Амплітуда цього зубця від 6 до 16 мм. Розщеплення зубця R на два або більше зубців є патологічною ознакою.

Важливе значення для аналізу ЕКГ має показник "**час внутрішнього відхилення**" (**інтервал Q- R**), який вимірюється проміжком від початку шлуночкового комплексу (зубця Q) до проекції вершини зубця R на ізоелектричну лінію. Час внутрішнього відхилення для грудних відведень становить в нормі 0.03-0.05 с.

Зубець S визначається як будь-який наступний за зубцем R негативний зубець комплексу QRS. Цей зубець відображає процес збудження основи шлуночків серця. Його амплітуда змінюється в широких межах (від 0 до 6 мм) в залежності від відведення, розташування електричної осі серця та інших факторів.

Максимальна глибина зубця S у відведенні, де він найбільш виражений, в нормі не повинна перевищувати 2.5 мВ.

Комплекс QRS відображає процес деполяризації шлуночків. Тривалість комплексу QRS вимірюють від початку зубця Q до кінця зубця S (в нормі він від 0,06 до 0,09 с). Максимальна амплітуда комплексу QRS у нормі не перевищує 2,6 мВ.

Сегмент S -T (R -T)- це відрізок від кінця комплексу QRS до початку зубця T. Він відповідає періоду згасання шлуночків і початку повільної реполяризації. В нормі сегмент S-T, як правило, розташований на ізоелектричній лінії, хоча може спостерігатись незначне (0,1-0.2 мВ) його зміщення.

Тривалість інтервалу коливається від 0 до 0.15 с і залежить від всього шлуночкового комплексу.

Зубець T відображає процес швидкої реполяризації шлуночків. Зубець у більшості відведень в нормі позитивний (в III відведенні може бути негативним). Амплітуда зубця T знаходиться у певному співвідношенні з амплітудою зубця R.

В нормі амплітуда зубця T, як правило, становить 1/8 - 2/3 амплітуди зубця R, хоча можуть спостерігатись коливання у той чи інший бік.

Тривалість зубця T коливається від 0,1 до 0,25 с.

Інтервал Q -Т вимірюється від початку зубця Q (R) до кінця зубця Т. Він відповідає електричній систолі шлуночків. Тривалість інтервалу залежить від частоти серцевих скорочень та ряду інших факторів.

Для визначення нормальної тривалості інтервалу Q -Т при певній частоті серцевих скорочень запропоновані різноманітні формули, номограми, розрахункові та емпіричні таблиці.

Значного поширення набула формула Базета (*належна електрична систола*):

$$Q -T = K * r , \text{ де}$$

K - коефіцієнт, який у чоловіків становить 0.37, а для жінок 0.40, r - квадратний корінь з величини R-R.

Для практичної роботи доцільніше скористатись даними таблиці усереднених величин тривалості інтервалу **Q -Т** (*належної електричної систоли*) в нормі при різній частоті серцевин скорочень (не передбачається врахування несуттєвих в практичній роботі відмінностей для дітей, чоловіків та жінок) (Табл.12).

Для нормального стану серця відмінності між фактичною (експериментально встановленою) та належною (розрахованою за таблицею або формулою) систолою становлять не більше 15% у той чи інший бік, що свідчить про нормальне поширення хвиль збудження по серцевому м'язу.

Поширення хвиль збудження по серцевому м'язу характеризує також *систолічний показник (СП)* , який є відношенням тривалості електричної систоли до тривалості всього серцевого циклу (у відсотках):

$$СП = (Q-T / R-R) * 100\%$$

Відхилення від норми, яка визначається за тією ж формулою з використанням Q-Т належної, не повинне перевищувати 5% в обидва боки.

Інтервал Т-Р — це відрізок електрокардіограми від кінця зубця Т до початку зубця Р. Цей інтервал відповідає стану спокою міокарда. У більшості випадків цей інтервал співпадає з ізоелектричною лінією.

Інтервал R-R відображає тривалість серцевого циклу в секундах.

Хід роботи. Ввімкнути прилад і при нульовому положенні перемикача відведень дати прогрітись 10-15 хв. Відрегулювати підсилення так, щоб калібрувальному сигналу в 1 мВ відповідало відхилення плечика на 1 см. Піддослідного поміщають на кушетку.

Накладають електроди у відповідності з описаними видами накладання при біполярних відведеннях і одночасно закріплюють електрод заземлення на правій нозі. Він є індіферентним і призначений для заземлення піддослідного.

Для забезпечення доброго електричного контакту між електродами і шкірою місце накладання електродів знежирюють спиртом і на нього помішають марлеві серветки, змочені 10%-ним розчином NaCl.

Таблиця 12. Усереднені величини тривалості інтервалу Q –Т в нормі при різній ЧСС.

ЧСС, уд/хв	Тривалість Q –Т, с	ЧСС, уд/хв	Тривалість Q –Т, с
40-41	0,42-0,51	80-83	0,3-0,36
42-44	0,41-0,5	84-88	0,3-0,35
45-46	0,4-0,48	89-90	0,29-0,34
47-48	0,39-0,47	91-94	0,28-0,34
49-51	0,38-0,46	95-97	0,28-0,33
52-53	0,37-0,44	98-100	0,27-0,33
54-55	0,37-0,44	101-104	0,27-0,32
56-58	0,36-0,43	105-106	0,26-0,32
59-61	0,35-0,42	107-113	0,26-0,31
62-63	0,34-0,41	114-121	0,25-0,3
64-65	0,34-0,4	122-130	0,24-0,29
66-67	0,33-0,4	131-133	0,24-0,28
68-69	0,33-0,39	134-139	0,23-0,28
70-71	0,32-0,39	140-145	0,23-0,27
72-75	0,32-0,38	146-150	0,22-0,27
76-79	0,31-0,37	151-160	0,22-0,26

Записують калібровочний сигнал. Для зручності і точності розшифрування ЕКГ регулятор швидкості протяжки стрічки встановлюють на 100 або 50 мм/с. Після цих попередніх установок роблять запис в певному відведенні, відмічаючи на стрічці вид відведення.

ПРИ АНАЛІЗІ ЕКГ ВИЗНАЧАЄТЬСЯ :

Правильність серцевого ритму. Оскільки в нормі водієм ритму є синусний вузол і збудження передсердь передує збудженню шлуночків, зубець Р повинен бути перед шлуночковим комплексом. Тривалість інтервалів R-R має бути однаковою.

Частота серцевого ритму. Для цього слід визначити тривалість одного серцевого циклу (інтервал R-R) і обчислити, скільки таких циклів уміститься в одній хвилині. Для цього необхідно розділити 60 (число секунд у хвилині) на тривалість інтервалу R-R в секундах. Якщо ритм серця правильний (інтервали R-R однакові), тоді отримана частка буде відповідати числу серцевих скорочень за хвилину. Для отримання тривалості інтервалу R-R в секундах необхідно помножити число клітинок, які розташовані в середині одного R-R інтервалу, на її часовий еквівалент:
0.02 с — при запису зі швидкістю стрічки 50 мм/с,

0,04 с — при запису зі швидкістю стрічки 25 мм/с.

Наприклад, якщо в одному R-R інтервалі поміщаються 43 міліметрові клітинки (при записі ЕКГ з швидкістю 50 мм/с), тоді один серцевий цикл відбувається за $43 \cdot 0.02 = 0,86$ с. При цьому частота ритму становитиме $60 : 0.86 = 69.77 = 70$ скорочень за хвилину.

Вольтаж ЕКГ. Вимірюють амплітуду зубців R у стандартних відведеннях. 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.

Проводиться вимірювання тривалості та величини окремих елементів ЕКГ. Зубця P, інтервалу P-Q, комплексів QRS, QRST. Вимірювання проводять у II стандартному відведенні. Визначають напрям зубців P і T, які можуть бути позитивними і негативними. Ретельно аналізують форму шлуночкового комплексу в усіх відведеннях. Відзначають ізоелектричність інтервалу S-T.

Визначення частоти серцевих скорочень. Результати занотуйте у таблицю 13.

Таблиця 13. Результати аналізу ЕЕГ у різних відведеннях.

Компоненти ЕКГ	I відведення	II відведення	III відведення
P			
Q			
R			
T			
P-Q			
QRS			
Q-T			
Належна систола			
СП			
Фактична систола			
R-R			
ЧСС			

Питання для самопідготовки та контролю

1. На чому основана електрокардіографія?
2. Який порядок проведення аналізу ЕКГ?
3. Які відведення застосовують при проведенні електрокардіографії?
4. Які зміни у серці відображають зубці P, R, S, T?
5. Які фази серцевого циклу?

6. Механічні та звукові прояви серцевої діяльності
7. У хворого знайшли уповільнення атріовентрикулярної провідності. Як це встановили?

Лабораторна робота № 27.

ВИМІРЮВАННЯ КРОВ'ЯНОГО ТИСКУ У ЛЮДИНИ.

Мета. Засвоїти методику вимірювання тиску крові у людини за способом Короткова

Прилади та матеріали. Сфігмоманометр, фонендоскоп.

Об'єкт дослідження. Людина.

Питання для теоретичної підготовки. Функціональна структура різних ділянок судинного русла. Судини амортизаційні, резистентні, обмінні, ємкісні, шунтуючі. Зміна опору, тиску крові і швидкості кровотоку в різних ділянках судинного русла. Крива артеріального тиску: хвилі 1-го, 2-го і 3-го порядків. Фактори, що зумовлюють величину кров'яного тиску.

Завдання 1. Аускультативний метод вимірювання артеріального тиску крові (за способом Короткова)

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

Досліджуваній сідає боком до столу, руку вільно кладе на стіл долонею вгору. На оголене плече щільно (однак, щоб не стискувала тканини) накладають манжетку сфігмоманометра. На гумовій груші закривають гвинтовий клапан. В ліктьовій ямці знаходять пульсуючу плечову артерію, на яку ставлять фонендоскоп. Грушею в манжетку нагнітають повітря до зникнення пульсу, потім ще нагнітають повітря створюючи тиск явно вище максимального (на 20-30 мм рт. ст.).

Легенько привідкривають гвинтовий кран і випускають повітря з манжетки. Відмічають появу тонів Короткова, які прослухуються в ритмі серцевих скорочень. Величина тиску в манжетці в момент появи тонів відповідає *систоличному тиску*.

Продовжуючи прослуховування тонів, спостерігають за подальшим зникненням тонів. Момент зникнення тону відповідає *діастолічному тиску* крові.

Повторюють визначення. Вимірювання тиску не слід робити довше однієї хвилини, тому що тривале стиснення судин призводить до збільшення об'єму дистальної частини кінцівки і кровообіг у ній порушується.

При вимірюванні тиску крові визначають такі величини:

1. Максимальний (систоличний) тиск.
2. Мінімальний (діастолічний) тиск.
3. Пульсовий тиск – визначається за різницею між систолічним і діастолічним тиском.
4. Середній тиск – для визначення його підсумовується величина діастолічного тиску і 1/2 (для центральних артерій) або 1/3 (для периферичних артерій) пульсового тиску.

Нормальними величинами артеріального тиску крові для осіб молодого віку вважають 110-120 мм рт. ст. – максимальний і 70-80 мм рт. ст. – мінімальний тиск.

З віком тиск крові дещо зростає. Належні величини тиску для різних вікових груп можна визначити за формулами Волинського:

Систолічний тиск = 102 мм рт. ст. + (0,6 · вік).

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

Нижню межу “норми” систолічного тиску можна визначити за формулою:

для чоловіків – 65 мм рт. ст. + вік;

для жінок – 55 мм рт. ст. + вік.

Завдання 2. Вимірювання тиску крові при різних функціональних станах організму.

Виміряти артеріальний тиск за способом Короткова у досліджуваного:

1. на правій та лівій руці (отримані результати порівняти між собою);
2. у положенні лежачі;
3. у положенні стоячи;
4. після фізичного навантаження.

Вимірювання артеріального тиску у досліджуваного при різних положеннях проводять не знімаючи з плеча манжетку, а лише роз'єднавши її з манометром. Пропонують таке фізичне навантаження: 15-20 присідань або біг на місці протягом 1 хв. Одразу ж після цього швидко приєднують манжетку до манометра і вимірюють кров'яний тиск при вертикальному положенні досліджуваного. Повторне вимірювання слід зробити через 1-3 хв., після фізичного навантаження. Записати одержані в усіх випадках величини максимального і мінімального тиску, обчислити пульсовий та середній тиск (табл. 14).

Таблиця 14. Результати вимірювання показників АТ .

Стан досліджуваного	Кров'яний тиск, мм рт. ст.			
	мінімальний	максимальний	пульсовий	середній
У спокої				
У положенні лежачи				
У положенні стоячи				
Одразу після фізичного навантаження				
Через 1-3 хвилини				

Питання для самопідготовки та контролю

1. Що таке максимальний, мінімальний, пульсовий, середній кров'яний тиск?
2. Як виміряти артеріальний тиск за способом Короткова?
3. Яким має бути систолічний, діастолічний і пульсовий тиск у здорової людини 25 років?
4. У якій частині судинної системи відбувається різке падіння артеріального кров'яного тиску і чому?
5. Які фактори впливають на рівень кров'яного тиску?
6. Криві артеріального тиску: хвилі 1-го, 2-го і 3-го порядків.

7. Вимірюють АТ трьома способами: 1. Вводять до судини голку, що поєднана з манометром (голка повернута отвором проти струму крові); 2. Теж саме, але голка повернута вістрям по струму крові; 3. По Короткову. У якому випадку величина тиску буде найбільшою, а у якому – найменшою?

Лабораторна робота № 28.

ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСТОТИ ПУЛЬСУ І ШВИДКОСТІ КРОВОТОКУ.

Мета. Виявити залежність швидкості руху крові від м'язового тону, спостерігати швидкість кровонаповнення капілярів. Визначення частоти пульсу пальпаторним методом.

Прилади та матеріали. Секундомір, гумовий джгут, лампочка, 2 гумових кільця, лінійка

Об'єкт дослідження. Людина.

Питання для теоретичної підготовки. Механізм створення артеріального пульсу. Швидкість поширення пульсової хвилі та швидкість руху крові в артеріях. Нормальна частота і ритмічність пульсу у людини. Методи вимірювання пульсу. Швидкість кровотоку.

Завдання 1. Швидкість руху крові по венам та капілярам.

Нажати на ніготь великого пальця так, щоб він став білим. При цьому із капілярів, які знаходяться під нігтем кров буде вижата. Визначити довжину шляху, який пройшла кров. Для цього потрібно вимірити довжину нігтя від його кореню до частини, де закінчується рожеве забарвлення.

Перетягнути передпліччя піддослідного гумовим джгутом. Визначити час, який потрібен для наповнення вен при умові, коли кисть руки зжимається у кулак та розжимається. Визначити час наповнення, коли кисть піддослідної руки знаходиться у стані спокою. Отримані результати занести у таблицю 15.

Таблиця 15. Показники руху крові по венам та капілярам.

Довжина шляху крові	Час заповнення	Швидкість руху

Завдання 2. Доказ редукції оксигемоглобіну у тканинах (дослід Стокса).

У піддослідного на основі його безіменного пальця та мізинця накручують по гумовому кільцю. Середній та вказівний пальці вільні. Через 1 хвилину положіть руку на лампочку і ввімкніть світло.

Порівняйте кольорові смуги між вільними та перетягнутими пальцями. Де пальці без перетяжки – просвічується яскраво-червона смуга, де з перетяжкою – темно червона. Дайте пояснення цьому досліді.

Завдання 3. Підрахунок пульсу пальпаторним методом.

В основі великого пальця руки нащупують пальцями (вказівним, середнім, підмізним одночасно) променево-артерію (за її пульсацією), злегка притискають до кості, а потім відпускають до найбільш відчутних коливань і підраховують частоту пульсу за 1 хв. Повторюють підрахунок після фізичного навантаження (10–20 присідань), завважують відмінності у частоті пульсу.

Завдання 4. Визначення тривалості серцевого циклу за пульсом.

Нащупують пульс променевої артерії в себе або у колеги. Підраховують кількість пульсових ударів за 5 с (кілька разів протягом 3 хв). Розділивши 5 с на кожне число підрахованих пульсових ударів, визначають тривалість одного серцевого циклу за кожні 5 с підрахунку. Потім визначають кількість пульсових ударів за 1 хв, 60с ділять на це число — знаходять середню тривалість серцевого циклу в секундах. Завважують, чи є різниця у тривалості серцевого циклу при різних способах підрахунку.

Питання для самопідготовки та контролю.

1. Від чого залежить швидкість кровотоку?
2. Які особливості мікроциркуляції?
3. Як здійснюється регуляція руху крові по судинам?
4. Чи є відмінності у частоті пульсу в стані спокою, після фізичного навантаження, при глибокому вдиху та видиху?
5. Чи має місце аритмія діяльності серця і як при цьому змінюється тривалість серцевого циклу?
6. Яку перевагу має методика визначення тривалості серцевого циклу шляхом підрахунку пульсу за кожні 5 с порівняно з методикою підрахунку протягом 1 хвилини?
7. Як зміниться швидкість пульсової хвилі при старінні людини?

Лабораторна робота № 29.

ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПРОБИ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ.

Мета. Засвоїти методику оцінки функціонального стану серцево-судинної системи (функціональні проби) людини.

Прилади та матеріали. Сфігмоманометр, фонендоскоп, секундомір.

Об'єкт дослідження. Людина.

Питання для теоретичної підготовки. Вплив фізичних та хімічних факторів на стан серцево-судинної системи, на величину артеріального тиску. Фізіологічна гіпертрофія серцевого м'яза, механізм її розвитку. Систолічний та хвилинний об'єм.

Завдання 1. *Кліностатична проба* (використовується для визначення реакції серцево-судинної системи на перехід із вертикального положення в горизонтальне).

У досліджуваного виміряють кров'яний тиск і підраховують ЧСС у положенні стоячи. Потім все це повторюють через 5 хвилин, після того як він переходить у положення лежачи. У нормі відмічається уповільнення пульсу на 6-10 ударів/хв. Більш різке уповільнення пульсу вказує на підвищений тонус парасимпатичної нервової системи.

Завдання 2. *Ортостатична проба Мартіна* (використовується для визначення реакції серцево-судинної системи на перехід із горизонтального положення у вертикальне).

У досліджуваного вимірюють артеріальний тиск і частоту пульсу в лежачому положенні(він повинен до цього лежати не менш 5 хвилин). Потім він встає, і знову проводять ці самі дослідження у положенні стоячи. У здорових людей пульс у положенні стоячи частішає на 5—10 ударів/хв, максимальний кров'яний тиск не змінюється або підвищується на 2—5 одиниць (мм рт. ст.). При несприятливій реакції частота пульсу збільшується більш, ніж на 10 ударів/хв, кров'яний тиск може знижуватися.

Завдання 3. *Проба з фізичним навантаженням.*

Досліджуваний підраховує пульс, потім виконує 20 присідань за 30 с і знову підраховує пульс. У здорових людей пульс частішає не більш, ніж на 30 % від вихідної величини і повертається до неї не пізніше, ніж через 3 хвилини.

Завдання 4. *Диференційована функціональна проба (за Н. А. Шалковим)*

Проба дає можливість строго індивідуалізувати величину фізичного навантаження. У досліджуваного в лежачому положенні вимірюють артеріальний тиск і частоту пульсу. Потім він встає і виконує певне фізичне навантаження. Одразу ж визначають ті самі показники (врахування гострого впливу фізичного навантаження), потім повторюють вимірювання через 3, 5, 10 хвилин (врахування відновлювального періоду).

При сприятливій реакції пульс частішає не більш, як на 30 % порівняно з вихідним періодом, максимальний тиск підвищується помірно, мінімальний або не змінюється, або трохи знижується. Ці показники повертаються до вихідних через 3—5 хв.

При несприятливій реакції з'являється задишка, значно частішає пульс, знижується максимальний тиск, подовжується відновний період.

Завдання 5. *Функціональна проба Руф'є-Діксона.*

Піддослідний лягає на спину, через 5 хвилин підраховують пульс за 15 секунд, далі перераховують ЧСС за 1 хвилину(P1).

Потім піддослідний виконує 30 присідань за 45 секунд, знову приймає горизонтальне положення і йому підраховують число пульсових ударів за 15 секунд (отриманий результат перераховують за 1 хвилину P2).

Третій підрахунок ЧСС виконують за останні 15 секунд 1-ої хвилини після навантаження (P3). Визначають індекс Руф'є-Діксона за формулою:

$$\text{ІРД} = (\text{P2}-70)+ (\text{P3}-\text{P1}) : 10$$

Функціональний стан серцево-судинної системи оцінюють по величині індексу до:

2,9 – добре

3-6 - середне

6-8 - задовільне

більш 8 – незадовільне.

Завдання 6. Підрахунок коефіцієнта витривалості (за формулою Кваса)

Тест представляє собою інтегрований показник, який об'єднає частоту серцевих скорочень, систолічний та діастолічний тиск.

$$KB = \frac{ЧСС \times 10}{ПТ} \text{ , де}$$

ЧСС – частота серцевих скорочень за хвилину

ПТ– пульсовий тиск

В нормі коефіцієнт витривалості дорівнює 16. Збільшення показника вказує на послаблення діяльності серцево-судинної системи.

Завдання 7. Визначення хвилиного об'єму кровотоку.(за формулою Старра)

Інтегрований показник, який об'єднує пульсовий, діастолічний тиск та вік обстежуваного.

$$СОК = 90,97 + 0,54 * АТ \text{ пульс.} - 0,57 * АТ \text{ діаст.} - 0,61 * В, \text{ де}$$

АТ пульс. – пульсовий артеріальний тиск (мм рт. ст),

АТ діаст. – діастолічний артеріальний тиск (мм рт. ст.)

В – вік обстежуваного (роки).

Ця формула дає достовірні результати при обстеженні здорових людей у стані спокою.

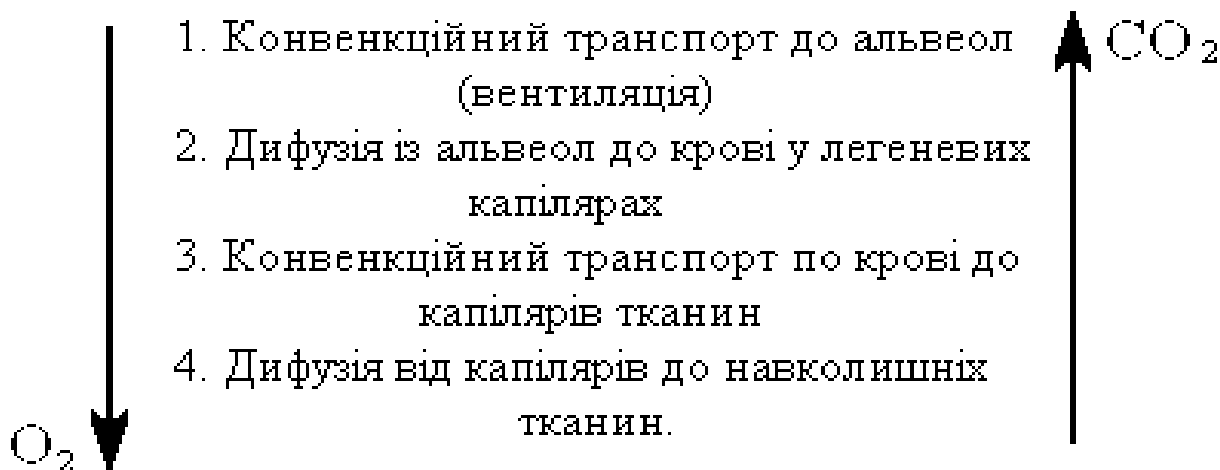
Питання для самопідготовки та контролю.

1. Які проби застосовують для оцінки функціонального стану серцево-судинної системи людини?
2. Яке їх практичне значення?
3. Як впливають фізичні та хімічні фактори на стан серцево - судинної системи?
4. Фізіологічна гіпертрофія серцевого м'яза.
5. Які пристосування серцевої діяльності до різних навантажень?
6. “Дихайте глибше”, каже лікар. У деяких людей після кількох глибоких вдихів з'являється запаморочення голови. Поясніть причину.
7. Якщо приток крові до передсердь суттєво зростає і в них підвищується тиск, то відбувається рефлекторне підвищення утворення сечі. У чому фізіологічний сенс такої реакції?
8. При інтенсивній фізичній роботі ЧСС значно збільшується. Однак ХОК при цьому може зменшитися. Поясніть цей результат.

РОЗДІЛ 7. ФІЗІОЛОГІЯ ПРОЦЕСІВ ДИХАННЯ.

Основні поняття розділу

Дихання – складний процес обміну O_2 та CO_2 між клітинами організму та навколишнім середовищем (або процес окислення органічних речовин, що веде до виділення енергії).



Види дихання – легеневе (зовнішнє) дихання, транспорт газів по крові, тканинне (внутрішнє) дихання.

Стадії газообміну:

Типи дихання – грудне, черевне.

Система органів дихання – сукупність органів, що забезпечують процес дихання. Складається з повітронесних шляхів (носова порожнина, носоглотка, гортань, трахея, бронхи) та легень.

Легеневі об'єми та ємності – дихальний об'єм, резервний об'єм вдишу, резервний об'єм видиху, залишковий об'єм, життєва ємність легень, ємність вдишу, функціональна остаточна ємність, загальна ємність легень.

Функціональний мертвий простір – усі ділянки дихальної системи, де не відбувається газообмін.

Типи вентиляції – нормовентиляція, гіпервентиляція, гіповентиляція, підвищена вентиляція, еупное, гіперпное, тахіпное, брадіпное, апное, діспное, ортопное, асфіксія.

Дифузійна здатність легень – час, протягом якого можлива дифузія при проходженні через легеневі капіляри (0,3 с).

Фактори, що впливають на газообмін – альвеолярна вентиляція, перфузія легень, дифузійна здатність легень та місцева нерівномірність вентиляції, перфузії та дифузії у різних відділах легень.

Регуляція дихання – фізіологічний процес, головна мета якого полягає у тому, щоб легенева вентиляція відповідала метаболічним потребам організму.

Локалізація дихального центру – представництво дихального центру у корі головного мозку; гіпоталамічний центр, що контролює дихання; пневмотаксичний центр у Варолієвому мості; апнейтичний центр у Варолієвому мості; центри вдиху (інспіраторний) та видиху (експіраторний) у довгастому мозку; мотонейрони дихальних м'язів у спинному мозку.

Таблиця. 16. Показники дихання у здорової молодого людини (S поверхні тіла – 1,7м²) у спокої:

Параметри		Показники		Параметри		Показники	
Легеневі об'єми і ємності, л				Параметри механіки дихання			
Загальна ємність	6	Внутрішньоплевральний тиск: у кінці вдиху	-0,8кПа	У кінці видиху	-0.5кПа		
Життєва ємність	4,5	Розтягненість легень	2л/кПа				
Функціональна остаточна ємність	2,4	Розтягненість грудної клітини	2л/кПа				
Остаточний об'єм	1,2	Опір диханню	0,2кПа·с·л ⁻¹				
Дихальний об'єм	0,5	Параметри газообміну					
Об'єм мертвого простору	0,15	Поглинання O ₂	280мл/хв				
Параметри вентиляції				Виділення CO ₂	230мл/хв		
Частота дихання	14 хв ⁻¹	Дих. коефіцієнт	0,82				
Хвилинний об'єм дихання	7л/хв	Дифузійна здатність для O ₂	230мл·хв ⁻¹ ·кПа ⁻¹				
Альвеолярна вентиляція	5л/хв	Час контакту	0,3с				
Вентиляція мертвого простору	2л/хв	Альвеолярна вентиляція/перфузія	0,9				

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИХАЛЬНОЇ ФУНКЦІЇ.

Мета. Експериментально встановити основні параметри зовнішнього дихання.

Прилади та матеріали. Спірометр (водний або сухий), спирт, вата, носовий затискач, ростомір, медичні ваги.

Об'єкт дослідження. Людина.

Питання для теоретичної підготовки. Сутність і значення дихання. Еволюція органів дихання. Система органів дихання людини. Значення верхніх дихальних шляхів. «Мертвий простір». Будова та функція легень. Зовнішнє дихання.

Завдання 1. Вивчення показників зовнішнього дихання.

1. Дихальний об'єм (ДО) — об'єм повітря, що його людина вдихає і видихає у спокійному стані.
2. Резервний об'єм вдиху (РОВд) — максимальний об'єм повітря, яке можна вдихнути додатково після спокійного вдиху.
3. Резервний об'єм видиху (РОВид) — максимальний об'єм повітря, який можна видихнути додатково після спокійного видиху.
4. Життєва ємність легень (ЖЕЛ) - максимальний об'єм повітря, яке можна видихнути після максимального вдиху. **ЖЕЛ = ДО+РОВд+РОВид.**
5. Залишковий об'єм (ЗО) – об'єм повітря у легенях після максимального видиху. Вважають, що **ЗО = 1200мл.**
6. Функціональна залишкова ємність (ФЗЄ) - об'єм повітря у легенях, що залишається після спокійного видиху. **ФЗЄ = ЗО+РОВид.**
7. Загальна ємність легень (ЗЄЛ) - об'єм повітря у легенях після максимального вдиху. **ЗЄЛ = ЖЕЛ+ЗО.**
8. Хвилинний об'єм дихання (ХОД) - об'єм повітря, що проходить через легені за 1 хв., розраховують підсумовуючі ДО за 1 хв, або спрощено:

ХОД мл/хв = Чд·ДО, де Чд-число дихальних рухів за 1 хвилину.

9. Максимальна вентиляція легень (МВЛ) - об'єм повітря, яке може пройти через дихальну систему протягом 1хв при максимально інтенсивному диханні. Досліджуваний повинен дихати якомога глибше і частіше. МВЛ визначають, підсумовуючи об'єми усіх дихальних рухів при форсуванні дихання за 15хв і потім перераховуючи на 1хв. **Належна величина МВЛ = 0,5налЖЕЛ·35(макс. частота дихання здорової людини).**
10. Резерв вентиляції (РВ) – **РВ=МВЛ-ХОД.**
11. Мертвий простір (МП)– простір повітроносних шляхів, у яких не відбувається газообмін. **МП = 150мл** (у середньому).
12. Альвеолярна вентиляція легень (АВЛ) – об'єм видихуваного повітря, яке надходить до альвеол за 1хв. **АВЛ=(ДО+МП)Чд.**
13. Коефіцієнт вентиляції легень (КВЛ) – відношення об'єму повітря, що надійшло у легені при вдиху, до об'єму повітря, що вже є на цей час у легенях. Показує, яка частина повітря поновлюється за один дихальний період

КВЛ = $\frac{ДО}{ДО + МП}$

14. Життєвий показник (ЖП) – відношення ЖЕЛ до маси тіла:

$$\text{ЖП} = \frac{\text{ЖЕЛ, мл}}{\text{маса, кг}}$$

15. Процент використання ЖЕЛ = $\frac{\text{ДО} \cdot 100}{\text{ЖЕЛ}}$

Отримані показники порівнюють з нормами або, що у деяких випадках точніше, нормальними (належними) показниками для даної людини.

Належну ЖЕЛ розраховують за формулами:

$$\text{♂НЖЕЛ, л} = (\text{зріст, см} \cdot 0,052) - (\text{вік} \cdot 0,022) - 3,60$$

$$\text{♀НЖЕЛ, л} = (\text{зріст, см} \cdot 0,041) - (\text{вік} \cdot 0,018) - 2,68.$$

Також, НЖЕЛ розраховують помноживши величину основного обміну енергії у джоулях, обчислену за таблицею, на коефіцієнт 2,6 для чоловіків і 2,3 для жінок.

Обчислену належну величину приймають за 100%, а фактичну, одержану під час дослідження, виражають у відсотках до належної. Відхилення ФЖЕЛ від НЖЕЛ у здорових людей, як правило не перевищує $\pm 10-15\%$. У спортсменів ФЖЕЛ більша за НЖЕЛ.

Зробіть розрахунок своїх показників зовнішнього дихання та порівняйте їх із результатами по групі.

Завдання 2. Спірометрія.

Мундштук спірометра протирають ваткою, змоченою спиртом. Нульову поділку шкали спірометра встановлюють навпроти вістря стрілки. Вимірювання дихальних об'ємів проводять при положенні піддослідного стоячи.

Визначення життєвої ємності легень. Піддослідний після максимального вдиху робить максимальний видих у спірометр. За шкалою спірометра визначають ЖЕЛ. (Для підвищення точності результатів проводять декілька вимірів і обчислюють середнє значення).

Визначення дихального об'єму. Піддослідний робить 10 спокійних вдихів-видихів через спірометр. Для отримання величини ДО показники спірометра розділяють на 10.

Визначення резервного об'єму видиху. Після чергового спокійного видиху піддослідного просять зробити максимальний видих в спірометр. За шкалою спірометра визначають РОвид. (Для підвищення точності результатів проводять декілька вимірів і обчислюють середнє значення).

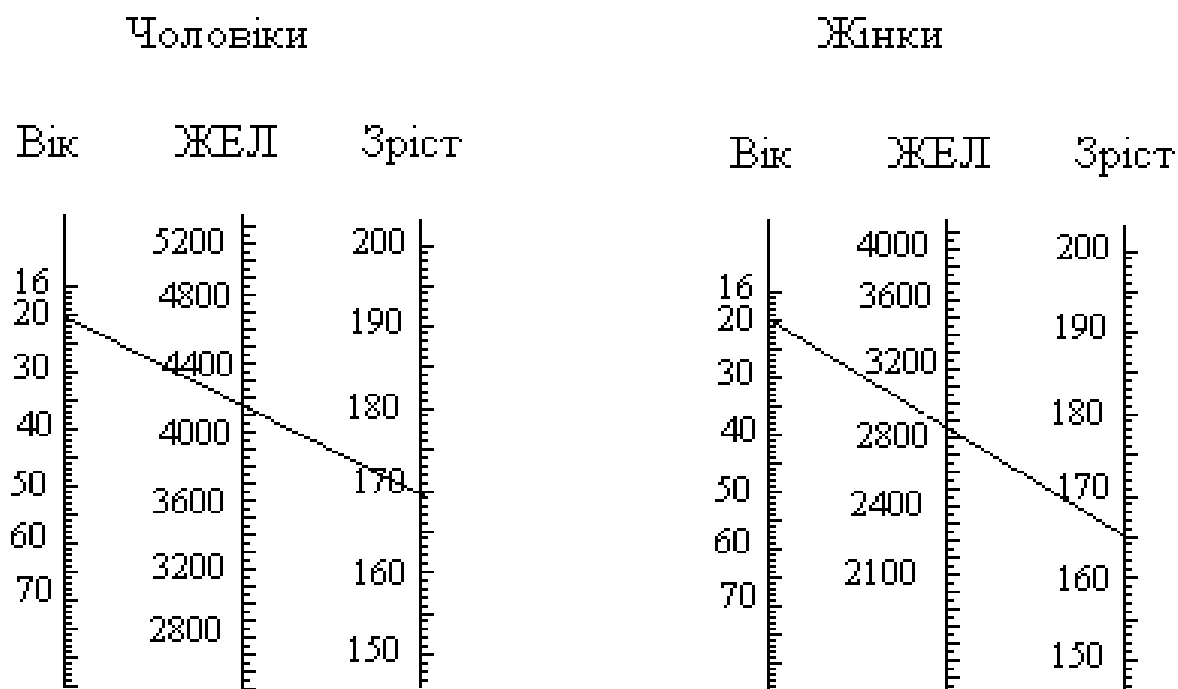
Обчислення резервного об'єму вдиху. Для обчислення резервного об'єму вдиху необхідно від величини ЖЕЛ відняти суму дихального об'єму та резервного об'єму видиху.

Визначення залишкового об'єму. Для визначення ЗО повітря прямих методів поки що немає, тому використовуються побічні. З цією метою застосовують плетизмографію, оксигемометрію та вимірювання концентрації індикаторних газів (гелій, азот). Вважають, що в нормі залишковий об'єм складає 25-30% від величина ЖЕЛ.

Отримані результати порівняти з нормами (відхилення від середніх значень на $\pm 15\%$ розцінюють як несуттєві).

Також результати порівнюються з належними величинами та з показниками ЖЕЛ, що отримані у положенні сидячи та лежачи. Цікаво також визначити статеві розбіжності у показниках дихання.

Поясніть розбіжності у показниках.



Мал.25. Номограма для визначення значень ЖЕЛ.

Питання для самопідготовки та контролю.

1. Яку будову та функції мають дихальні шляхи?
2. Характеристика функціональної одиниці легень.
3. Механіка дихального акту.
4. Показники зовнішнього дихання та їхня характеристика.
5. Два студенти засперечалися: один стверджує, що “легені розширюються і тому у них заходить повітря”, другий “повітря заходить до легень і тому вони розширюються”. Хто з них не готовий до заняття?
6. Як зміниться різниця у відсотковому складі повітря, що видихається та альвеолярного повітря, якщо людина дихає у протигазі?
7. При деяких захворюваннях розтягуваність легеневої тканини зменшується у 5-10 разів. Який клінічний симптом типовий для таких захворювань?

Лабораторна робота № 31.

ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПРОБИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ СИСТЕМИ ДИХАННЯ.

Мета. Вивчити тривалість затримки дихання і проаналізувати механізми її регуляції. Провести деякі функціональні дихальні проби.

Прилади та матеріали. Секундомір.

Об’єкт дослідження. Людина.

Питання для теоретичної підготовки. Нервова та гуморальна регуляція дихання. Дихальний центр, його структура, локалізація, зв'язок з дихальною мускулатурою. Залежність діяльності дихального центру і вентиляції легень від напруги CO₂ в крові. Шляхи впливу CO₂ і нестачі O₂ на діяльність дихального центру. Механізм виникнення першого вдиху новонародженого. Захисні рефлекси дихального апарату, їхній механізм.

Завдання 1. Затримка дихання.

Визначити тривалість затримки дихання при різних пробах:

Проба Штанге з максимальною затримкою дихання на вдиху. Після нормального вдиху і видиху зробити глибокий вдих і на висоті його затримати дихання, затуливши собі носа. Повторити 3—4 рази. Записати результати, обчислити середнє значення.

Проба Генча з максимальною затримкою дихання на видиху. Зробити видих, затримати дихання. Повторити 3—4 рази. Записати результати.

Проба з затримкою дихання після глибокого вдиху, зробленого після гіпервентиляції. Після 20 с посиленого дихання (дихати максимально глибоко і часто) зробити глибокий вдих і затримати дихання. Записати результати.

Проба з затримкою дихання після вдихання повітря з підвищеним вмістом CO₂. Досліджуваний дихає протягом 1 хв повітрям із дзвона спірометра (робота виконується на спірографі з виключеним поглиначем CO₂). Після цього визначити тривалість затримки дихання на вдиху. Записати результати.

Вплив тренування на тривалість затримки дихання. На основі даних, одержаних при виконанні п. 1 і 2 побудувати графік, що показує залежність тривалості затримки дихання від номера вимірювання. З'ясуйте, чи довго триває покращання результатів.

Завдання 2. Визначення індексу Скібінської.

Для розрахунку цього індексу потрібно визначити частоту серцевих скорочень (ЧСС) за хвилину.

$$IC = \frac{ЖЕЛ(мл) \cdot 10^{-2} \cdot ЗД(с)}{ЧСС}, \text{ де:}$$

ЗД – затримка дихання по Штанге;

ЧСС - частота серцевих скорочень (ЧСС) за хвилину.

Оцінювання: до 5 – низький;

5-10 – нижче середнього;

♀10-20 та ♂10-30 – середні;

♀20-40 та ♂30-60 – вище середнього;

♀>40 та ♂>60 – високі.

Завдання 3. Проба Серкіна.

Функціональна дихальна проба з максимальною затримкою дихання до та після 10 присідань.

1. У стані спокою визначити затримку дихання на вдиху сидячи.
2. Зробити 10 присідань протягом 30с та знову визначити затримку.
3. Після одного вдиху знову визначають затримку дихання.

Суттєве скорочення часу свідчить про погіршення функції дихання (табл.17).

Таблиця 17. Показники проби Серкіна у різних категорій людей.

Досліджувані	Час затримки		
	1	2	3
Здоровий тренований	60	30 та ↓	60
Здоровий нетренований	40 – 55	15 – 25	35 – 65
Із прихованим недоліком	20 – 35	12 та ↓	24 та ↓

Завдання 4. Визначення рухливості грудної клітини.

У досліджуваного визначають обхват грудної клітини при максимальному вдиху та максимальному видиху.

Дослідник проводить сантиметрову стрічку безпосередньо через пахви; при цьому досліджуваний повинен тримати руки “по швам”.

У здорових молодих чоловіків різниця між окружністю грудної клітини у положенні вдиху та видиху повинна складати 7 – 9 см, а у жінок – 5 – 8 см.

Завдання 5. Перкусія грудної клітини.

За допомогою цього метода (перкусія означає вистукування) можна визначити нижню межу легень.

Нижче цієї межі звук буде глухим, що пов'язане із затуханням звукових коливань у тканинах органів черевної порожнини.

Вище межі легень, тобто над насиченою повітрям легеневою тканиною, перкуторний звук буде більш ясним.

Таким чином можна визначити межу легень при максимальному вдиху та видиху.

У здорових молодих людей ця межа на максимальному вдиху повинна бути як мінімум на три міжреберних проміжки нижче, ніж при максимальному видиху.

Питання для самопідготовки та контролю

1. Регуляція дихання.
2. Які фактори впливають на регуляцію дихання?
3. Які механізми регуляції забезпечують затримку дихання різної тривалості у людини?
4. На питання “у чому полягає функція дихального центра?” деякі студенти відповідають, що “він надсилає імпульси до легень”. Це, звичайно, не вірно. Дихальний центр надсилає імпульси у дихальні м’язи – діафрагму та міжреберні м’язи. А чи вірно ствердження – “дихальний центр пов’язаний із легенями”?
5. Якщо у новонародженого при перев’язці пуповини затягувати лігатуру дуже повільно, то перший вдих може не відбутися і дитина загине. Чому?
6. Чемпіони по пірнанню у воду занурюються на глибину до 100м без акваланга та повертаються на поверхню за 4-5 хвилини. Чому у них не виникає *кесонна хвороба*?
7. Відомі патологічні стани, пов’язані з погіршенням дифузії O_2 через альвеолярно-капілярну мембрану. Чому цього не спостерігається у відношенні до дифузії CO_2 ?
8. У здорового мешканця гірського району виявлено підвищений вміст еритроцитів у крові. Чи можете ви сказати, на якій приблизно висоті знаходиться цей район?

РОЗДІЛ 8. ФІЗІОЛОГІЯ ТРАВЛЕННЯ.

Основні поняття розділу.

Травлення – складний фізіологічний процес механічної та хімічної переробки їжі та всмоктування поживних речовин у кров та лімфу.

Поживні речовини – речовини, що слугують джерелом енергії для організму (якщо вони розщеплюються з утворенням з'єднань, менш багатих на енергію) та виконують пластичну функцію (використовуються для синтезу секретів та компонентів структур). Це білки, жири, вуглеводи, а також мінеральні речовини та вітаміни.

Енергетична цінність (фізіологічна теплота згорання) – кількість енергії, що звільнюється при розщепленні 1г речовини (жири-38,9 кДж/г; білки-17,2 кДж/г; вуглеводи-17,2 кДж/г).

Етапи засвоєння поживних речовин – механічна обробка, хімічна обробка (порожнисте травлення, мембранне травлення, всмоктування).

Функції травного тракту – секреторна, моторно-евакуаторна (перистальтика), всмоктування, ексекреторна, інкреторна, захисна, рецепторна, участь у гемопоезі.

Типи травлення – аутолітичне, симбіонтне, власне (внутрішньоклітинне, зовнішньоклітинне, мембранне).

Регуляція функцій системи травлення – місцевий, центральний, а також, так званий гангліонарний (проміжний) рівні.

Місцевий рівень регуляції –

1. *Ентеральна або метасимпатична НС* - комплекс взаємопов'язаних мікрогангліїв у стінках ШКТ, що складається із Ауербахового (міжм'язового) сплетіння та Мейснерового (підм'язового) сплетіння. Регулює моторну та секреторну функції;

2. *Дифузна ендокринна система ШКТ* – ендокринні клітини у епітелії слизової оболонки ШКТ та підшлункової залози, що виробляють *гастроінтерстиціальні* гормони. Регуляторний вплив здійснює ендокринним та паракринним шляхами.

Проміжний рівень регуляції – здійснює зв'язок між центральним та місцевими рівнями за допомогою еферентних волокон симпатичної та парасимпатичної НС.

Центральний рівень регуляції – ряд структур ЦНС (переважно спинного мозку та стовбура), що утворюють *травний центр*, який координує діяльність ШКТ та визначає травну поведінку.

Перистальтика ШКТ – зміни конфігурації стінок травного тракту, пов'язані із скороченням та розслабленням їх м'язів. Розрізняють пропульсивну та непропульсивну моторику, ритмічну сегментацію та тонічні скорочення.

Таблиця 18. Загальний склад травних соків.

Назва	Секреторний орган	Об'єм за добу	pH	Основні складові
1	2	3	4	5
Слина	Слинні залози	500 – 2000 мл	5,8-7,36	Орг.: білки, амінокислоти, муцин, калікреїн; Неорг.: хлориди, фосфати, солі Na, K... Ферменти: α-амілаза, мальтаза, лізоцим.
Шлунковий сік	Залози шлунку	2 –3 л	0,9-1,8	Неорг.: Na ⁺ , K ⁺ , Cl ⁻ , HCO ³⁻ , H ⁺ , <u>HCl(0,4-0,5%)</u> ; Орг.: муцин. Ферменти: <u>пепсин</u> , гастрин, внутрішній фактор, ліпаза, лізоцим, желатиназа.
Панкреатичний сік	Підшлункова залоза	1,2-2 л	7,8-8,4	Орг.: Білки, вуглеводи... Неорг.: Na ⁺ , K ⁺ , Cl ⁻ , HCO ³⁻ , H ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Zn ²⁺ , фосфати, сульфати. Ферменти: ендопептидази, трипсин, хімотрипсин, еластаза, екзопептидази, карбоксипептидази, амінопептидази, α-амілаза, ліпаза, фосфоліпаза, холестеролаза, рибонуклеаза.
Сік тонкого кишківника	Залози у стінках тонкого кишківника	До 2,5 л	7,2-8,6	Неорг.: Na ⁺ , K ⁺ , Cl ⁻ , HCO ³⁻ , Ca ²⁺ ; Орг.: солі жовчних кислот. Ферменти: сахараза, лактаза, ентерокиназа, ліпаза, фосфоліпаза, пептидази.
Сік товстого кишківника	Секреторні клітини у стінках товстого кишківника.	270-1550 мл	8,5-9	Неорг.: Na ⁺ , K ⁺ , Cl ⁻ , HCO ³⁻ , Ca ²⁺ ; Ферменти: пептидази, ліпаза, амілаза, нуклеази.

СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПЕРИСТАЛЬТИКИ ВІДДІЛІВ ШКТ.

ДОСЛІДЖЕННЯ ФЕРМЕНТАТИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

СЛИНИ ТА ШЛУНКОВОГО СОКУ.

Мета. Спостерігати рухи стравоходу, шлунка і кишок у жаби при подразненні і в спокої. Дослідити дію ферментів слини та шлункового соку.

Прилади та матеріали. Препарувальний набір, препарувальна дощечка, фізіологічний розчин, вата, марлеві салфетки, шпильки, кристали NaCl, стимулятор. Термостат або водяна баня (37-38°C), лід або холодильник, штатив з пробірками (15 шт), склограф, розчин йоду або розчин Люголя (0,2г кристалічного йодиду калія розчиняють у 150 мл дист. води), реактив Фелінга (готують із двох розчинів, які готують та зберігають окремо, а перед застосуванням змішують у рівних об'ємах. Розчин 1: 5г NaOH і 17,5г сегнетової солі розчиняють у 50мл води; розчин 2: 3,5г CuSO₄ розчиняють у 50мл води), 0,5% розчин HCl, лакмусовий папір, 1% розчин вареного крохмалю, 1% розчин сирого крохмалю. Спиртівка, пінцет, фібрин (яечний білок), 0,5% розчин NaHCO₃.

Об'єкт дослідження. Людина, жаба.

Питання для теоретичної підготовки. Значення травлення. Система органів травлення. Зміни їжі та її компонентів у травному тракті. Методи вивчення травної функції. Роботи Павлова та його школи по вивченню фізіології травлення. Травлення у ротовій порожнині. Склад слини. Регуляція слиновиділення. Будова та функції шлунку. Склад шлункового соку. Регуляція секреторної та моторної функції шлункової секреції. Гормональна регуляція

Завдання 1. Спостереження рухів шлунку і кишок у жаби.

Спинальну жабу (самця) приколюють до дощечки черевцем уверх. Розрізують черевну порожнину, печінку відсувають набік.

Спостерігають рухи шлунку і кишок. Наносять механічні (пощипують пінцетом) і хімічні (прикладають змочений водою кристалик NaCl до шлунку або кишок) подразнення і спостерігають скорочення м'язів кишки та звуження кишкового каналу в місці подразнення, а потім поширення цього явища на суміжні ділянки.

Зробіть висновок щодо характеру рухів кишок і реакції на подразнення.

Завдання 2. Вплив блукаючого нерва на рух стравоходу.

Жабі відрізають череп. Роблять розтин, знаходять стравохід та блукаючий нерв. Іноді, вже при препаруванні блукаючого нерва і перев'язуванні його помітно скорочення стравоходу.

Потім перерізають блукаючий нерв, через 30 хв подразнюють периферичний кінець електричним струмом (частота 10-20 імп/с).

Визначають тривалість прихованого періоду і помічають тонічний характер скорочення стравоходу.

Завдання 3. Перетравлювання крохмалю ферментами слини.

Завчасно готують розчини та реактиви. Збирають слину (близько 10 мл) за допомогою капсули чи природнім шляхом, випускаючи її через лійку у пробірку.

Нумерують 5 пробірок, ставлять їх у штатив і в кожен відміряють по 1 мл слини (Табл.19).

Потім в першу пробірку добавляють 3 мл 1% розчину вареного крохмалю; другу пробірку нагрівають на спиртівці до кипіння, охолоджують і добавляють 3 мл 1% розчину вареного крохмалю; у третю пробірку добавляють 0,5% розчин HCl до появи стійкого забарвлення лакмусового паперу і 3 мл 1% розчину вареного крохмалю; в четверту пробірку 3 мл 1% розчину сирого крохмалю; в п'яту 3 мл 1% розчину вареного крохмалю. Перші чотири пробірки ставлять на 30 хв в термостат або водяну баню, а п'яту пробірку - в холодильник чи стакан з льодом.

Через 30 хв вміст всіх пробірок розділяють на дві частини (для цього нумерують ще 5 пробірок) і досліджують на наявність крохмалю (додають розчин Люголю) і цукрів (додають реактив Фелінга). За умови присутності крохмалю у пробірках з 1-2 краплями розчину Люголю колір змінюється на синій. А реактив Фелінга і нагрівання (до кипіння) виявляє наявність простих цукрів, тобто продуктів розщеплення крохмалю ферментами слини. У цих пробірках вміст стає буро-червоного кольору.

Результати роботи оформити у вигляді таблиці.

Таблиця 19. Вплив ферментів слини на крохмаль.

№	Вміст пробірок	Колір вмісту пробірок після додання		Результати дослідів
		Розчин Люголю	Розчин Фелінга	
1	1мл слини + 3мл вареного крохмалю			
2	1мл прокип'яченої слини + 3мл вареного крохмалю			
3	1мл слини + 0,5% HCl + 3мл вареного крохмалю			
4	1мл слини + 3мл сирого крохмалю			
5	1мл слини + 3мл вареного крохмалю			

Завдання 4. Дослідження ферментативних властивостей шлункового соку.

Нумерують чотири пробірки і наливають: в першу пробірку 2 мл шлункового соку; в другу - 2 мл шлункового соку і кип'ятять на спиртівці; в третю - 2 мл шлункового соку і додають розчин соди до отримання слаболужної реакції (до синього забарвлення червоного лакмусового паперу); в четверту - 2 мл 0,5% розчину HCl. В усі пробірки кладуть однакову кількість фібрину (0,1-0,3 г) і поміщають їх на 30-40 хв у термостат (Табл.20).

Через 30-40 хв визначають, як змінився вміст кожної з пробірок.

Результати дослідів занесіть в таблицю.

Таблиця 20. Вплив шлункового соку на білок.

№	Вміст пробірок	Стан вмісту пробірок
1	2мл шлункового соку + білок	
2	2мл кип'яченого шлункового соку + білок	
3	2мл шлункового соку + розчин NaHCO_3 + білок	
4	2мл 0,5% розчину HCl + білок	

Питання для самопідготовки та контролю.

1. Загальна характеристика системи травлення.
2. Будова та функції органів ротової порожнини.
3. Склад слини у людини та фактори, що на його впливають.
4. Регуляція травлення у ротовій порожнині.
5. Особливості травлення у шлунку.
6. Склад шлункового соку.
7. Регуляція шлункової секреції.
8. У давній Індії підозрюваного у злочині піддавали так званому "божому суду". Йому треба було проковтнути жменю сухого рису. Якщо це не вдавалося, вина вважалася доказаною. У чому фізіологічне обґрунтування цієї проби?
9. Перед їжею великої кількості м'яса перший досліджуваний випив склянку води, другий – склянку сливок, а третій – склянку бульйону. Як це буде впливати на перетравлювання м'яса?
10. Героїня одної п'єси у момент психічного потрясіння раптово каже: "Можливо, це аморально, але я дуже хочу їсти". Чи можна вважати героїню бездушною?

Лабораторна робота № 33.

ДОСЛІДЖЕННЯ ФЕРМЕНТАТИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЖОВЧІ.

Мета. Дослідити емульгуючу дію жовчі на жири та виявити наявність жовчних пігментів. Дослідити процеси всмоктування.

Прилади та матеріали: набір для препарування, фіз. розчин, штатив з пробірками, лійки, паперові фільтри, піпетки, олія, свіжа жовч, азотна, азотиста та сірчана кислоти, 10% тростинний цукор, 1% розчин метиленової синьки (на фіз.розчині), еозин.

Об'єкт дослідження. Людина, жаба.

Питання для теоретичної підготовки. Будова та функції печінки. Склад та властивості жовчі. Регуляція жовчоутворення та жовчовиділення. Будова стінки тонкої кишки, будова і функції ворсинки. Склад кишкового соку. Пристінкове і порожнинне травлення. Всмоктування, регуляція процесів всмоктування.

Завдання 1. Вплив жовчі на жири.

У дві пробірки налити по 2 мл олії. У одну додати 2 мл жовчі, у другу – 2мл води. Затиснути пробірки пальцями, збовтати і завважити відмінності у розшаруванні емульсії жиру. У пробірці з жовчю створюється стійка емульсія – проявляється дія жовчі.

У дві пробірки вставляють лійки з паперовими фільтрами. Один фільтр змочують водою, другий жовчю. У кожен лійку наливають по 5-10 мл олії. Через 45 хв визначають кількість жиру, що профільтрувався, в обох пробірках. Порівнюють результати.

Завдання 2. Реакція на жовчні кислоти.

При додаванні до жовчі кількох краплин 10 % тростинного цукру і H_2SO_4 випадає спочатку буро-жовтий осад, який згодом розчиняється і забарвлює рідину у вишнево-червоний колір.

Завдання 3. Реакція на жовчні пігменти (за Гмелінім).

У першу пробірку налити по 1мл спочатку азотної, а потім азотистої кислоти. У другу пробірку налити 1мл розбавленої жовчі (50:50). Жовч обережно нашаруйте на кислоту. На місці стикання жовчі з кислотою утворюється ряд різнобарвних кілець, продуктів окислення пігментів жовчі.

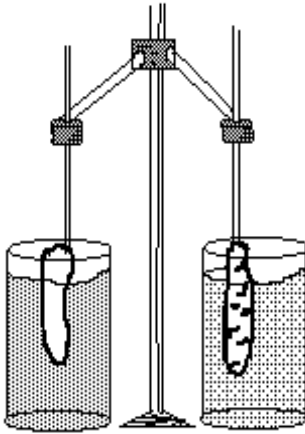
Профільтруйте жовч кілька разів через невеличкий фільтр; на ньому частково затримуються жовчні пігменти. Розгорніть фільтр на склі та пустіть усередину фільтра за допомогою скляної палички краплину концентрованої азотної кислоти. Спостерігається утворення на фільтрі кольорових кілець (крайнім зовні буде зелене кільце).

Завдання 4. Однобічна проникність шкіри жаби.

Зруйнують у жаби головний і спинний мозок, зніміть шкіру з обох задніх кінцівок і зробіть два мішечки: один вивернутий, а другий залишіть невивернутим. У мішечки вв'яжіть скляні трубки, через які налейте 1% розчин метиленової синьки. Занурьте мішечки у фіз.розчин, налитий у склянку, причому трубочки закріпіть у штативі, а рівень рідини у трубочках підніміть на однакову висоту. Через деякий час рівень рідини у одній з трубочок знизиться, бо метиленова синька почне виходити з невивернутого мішечка, а фіз.розчин у склянці забарвиться (мал.26).

При застосуванні іншої фарби – еозину, забарвлення спостерігається у склянці, де занурено вивернутий мішечок. Обробіть мішечки спиртом і спостерігайте далі.

Зробіть висновки. Чим пояснюється зникнення однобічної проникності шкіри при обробці її спиртом?



Мал. 9. Установка для виявлення однобічної проникності шкіри жаби.

Мал.26. Установка для виявлення однобічної проникності шкіри жаби.

Питання для самопідготовки та контролю.

1. Роль жовчі у процесі травлення.
2. Травлення у 12-ти палій кишці.
3. Дайте характеристику процесу всмоктування.
4. Травлення у товстому кишечнику.
5. У пробірку налили кишковий сік. Потім до неї додали розчин крохмалю. Як прискорити його перетравлювання?
6. Чому жування навіть неїстівних предметів може вгамувати відчуття голоду? Аналогічний ефект може спостерігатися при наповненні шлунку великою кількістю погано засвоєної їжі. Поясніть механізм цих явищ.
7. Коли Кох встановив, що збудником холери є холерний вібріон, його опонент Петенкофер, щоб довести помилковість поглядів Коха, випив у присутності студентів рідину з чистою культурою холерного вібріона. Він не тільки не вмер, але навіть не захворів. Але Кох був правий. Чому не захворів Петенкофер?
8. У новонароджених кроликів ферменти у просвіті травного каналу практично відсутні. Як вони засвоюють молоко?
9. Чи можливо, щоб при достатній кількості молекул травного фермента його дія була б послаблена?
10. Чи можна отримати інформацію про якості травних секретів організму, не проводячи ніяких оперативних втручань і навіть не доторкуючись до тварини (людини)?
11. Собаки та кішки – хижаки. У природніх умовах вони добувають їжу полюванням. У кого з них найбільш виражений слиновидільний умовний рефлекс? У чому фізіологічний сенс цих розбіжностей?
12. При уявному годуванні собаки заміряли кількість шлункового соку, що виділяється. Потім була видалена пілорична частина шлунку. Як зміниться секреція при повторенні досліду із уявним годуванням?
13. У пілоричній частині шлунку HCl не виділяється тому, що тут відсутні клітини обкладки. У чому фізіологічний сенс цієї особливості?
14. Як довести що *трипсин* виділяється у неактивному стані (у вигляді трипсиногену) і лише потім активізується?
15. Хворому запропонована дієта, що має велику кількість хлібу грубого помелу та овочів. Для чого це зроблено?
16. У крові хворого знайдено підвищену кількість *білірубину*. Про що це свідчить?

РОЗДІЛ 9. ФІЗІОЛОГІЯ СИСТЕМИ ВИДІЛЕННЯ.

Основні поняття розділу

Виділення – кінцевий етап обміну речовин. Виділення із організму продуктів розпаду, які вже не можуть бути використані.

Екскрети – продукти виділення. Це: CO₂; продукти білкового розпаду (сечовина, сечова кислота, креатин); продукти неповного окислення органічних речовин; неорганічні з'єднання (солі); іншорідні речовини, вода.

Видільна система організму – нирки, легені, шкіра та слизові оболонки, слинні залози, шлунково-кишковий тракт, печінка.

Нирки – основний орган виділення, що підтримує постійний склад та об'єм зовнішньоклітинної рідини, забезпечуючи оптимальної життєдіяльності клітин.

Функції нирок – екскреторна, гомеостатична, метаболічна, інкреторна, захисна. У основному ці функції реалізуються за рахунок утворення та виділення сечі.

Нирки приймають участь у регуляції: водного балансу; іонного балансу та складу рідин внутрішнього середовища; постійності осмотичного тиску; кислотно-лужного балансу; метаболізму білків, жирів, вуглеводів, нуклеїнових кислот та інших орг.речовин (за рахунок змін екскреції та власної метаболічної функції); циркуляторного гомеостазу; еритропоезу, гемостазису (утворення гуморальних регуляторів зсідання крові та фібринолізу).

Сечоутворення – складається із трьох основних процесів: а) клубочкової фільтрації з плазми крові води та низькомолекулярних компонентів з утворенням *первинної сечі*; б) канальцевої реабсорбції води та необхідних для організму речовин із первинної сечі; в) канальцевої секреції іонів, органічних речовин ендогенної та екзогенної природи та утворення *вторинної сечі*.

Саморегуляція – механізм, що забезпечує при коливаннях АТ постійність ниркового кровотоку за рахунок змін опору приносних артеріол (такій же ефективний механізм регулює кровоток головного мозку). Таким чином нирки не залежать від симпатичного контролю та судинних рефлексів.

Ефект Бейліса – при підвищенні *трансмурального тиску* гладенькі м'язи судинної стінки скорочуються.

Юкстагломерулярний апарат – функціонально-анатомічне утворення у нирках, що забезпечує додатковий внутрішній механізм зворотного зв'язку та впливає на ступінь звуження артеріол, за рахунок утворення реніну.

Хімічний склад сечі людини – 1200-1500 мл на добу, питома вага 1,010-1,025, рН 4,5-7,5; сухий залишок 47-65, Cl, SO₄, PO₄, Na, Ca, Mg, NH₄. Органічні речовини (у г на добу): сечовина 20-35; сечова кислота 0,3-1,32; пурини 0,015-0,045; креатинін 1,5-2,4; гіпурова кислота 0,1-2,0; парні ефіросірчані кислоти 0,07-0,85; індикан 0,001-0,038; уробіліноген 0,02-0,035; урохром 0,2-0,9; ацетон+ацетооцтова кислота 0,009.

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СЕЧІ.

Мета. Визначити густину, реакцію, кислотність і лужність сечі.

Прилади та матеріали. свіжа сеча (2—3 зразки), циліндри, фільтрувальний папір, універсальний індикаторний папір (рН 1—10), хімічні склянки, урометр, скляні лійки, бюретки, піпетки вимірювальні на 10 і 1 мл, 0,1 н. розчин NaOH, 0,1н розчин HCl, порошок оксалату калію, 1% спиртовий розчин фенолфталеїну, 1% розчин алізарин-сульфонат натрію. Розчин азотнокислого срібла, NaOH, міцна HNO₃, HCl, розчин хлориду барію.

Об'єкт дослідження. Людина.

Питання для теоретичної підготовки Видільні органи і значення процесів виділення. Будова і функції нирок. Будова нефрону. Механізм утворення сечі. Процеси фільтрації і абсорбції у нирках. Склад і фізико-хімічні властивості сечі. Регуляція сечоутворення і сечовиділення.

Завдання 1. Визначення густини сечі.

У циліндр ємкістю 100 мл наливають (по стінці) сечу, уникаючи утворення піни. Поволі опускають урометр у циліндр, щоб та частина його, що знаходиться вище рівня сечі, не намокла. Фіксують на урометрі поділку проти нижнього меніска рівня сечі у циліндрі (густина сечі). Вносять поправку на температуру: на кожні 3° вище 15 °С додають, а на кожні 3° нижче 15 °С зменшують по 0,001 показань шкали урометра. Порівнюють одержані показники з нормальними величинами густини сечі у людини.

Завдання 2. Визначення реакції сечі.

Реакція може бути кислою, лужною або нейтральною. Сеча травоядних тварин у нормі лужна, всеїдних та хижаків - слабокисла або кисла.

Визначення реакції сечі за допомогою індикаторного паперу. На смужки універсального індикаторного паперу нанести піпеткою по краплині досліджувані зразки сечі. Відзначити наявність чи відсутність зміни кольору паперу. Якщо колір змінився — порівняти його з кольоровою шкалою паперу і приблизно встановити рН.

Визначення міграційної кислотності сечі. У хімічну склянку відміряти 10 мл профільтрованої сечі, додати 6 г оксалату калію і 2 краплі розчину фенолфталеїну, збовтати (протягом 2 хв) і титрувати 0,1н розчином NaOH до появи сталого рожевого забарвлення. Обчислити кислотність сечі за формулою:

$$KC = n \cdot 0,00365 \cdot 10, \text{ де}$$

KC — кислотність сечі, кількість грамів HCl у 100 мл;

n — кількість мл 0,1н. NaOH, використаних на титрування;

0,00365 — кількість HCl у грамах, що відповідає 1 мл 0,1 н. розчину NaOH;

10 — множник для перерахунку показника на 100 мл сечі.

Визначення титраційної лужності сечі. У склянку відміряти 10 мл профільтрованої сечі, додати 3—4 краплі алізарин-сульфонату натрію і титрувати 0,1 н. розчином HCl до появи жовтого забарвлення. Обчислити лужність сечі (ЛС, г NaOH у 100 мл) за формулою:
ЛС = n•0,004•10, де

n — кількість мл HCl, витрачених на титрування;

0,004 — кількість NaOH у грамах, що відповідає 1 мл 0,1н розчину HCl.

Титраційна кислотність або лужність сечі характеризують кислотно-лужну рівновагу в організмі.

Завдання 3. Якісне визначення складових сечі людини.

Хлориди. Якщо до проби сечі додати кілька краплин розчину азотнокислого срібла, то випадає осад хлористого срібла.

Фосфати. Додати до сечі розчин NaOH, при цьому утворюється осад фосфатів.

Сульфати. До підкисленої HCl сечі додати розчин хлориду барію; утворюється сірчаноокислий барій, що дає білий осад, до складу якого входять сульфати, карбонати, фосфати. Додаючи до осаду HCl, розчиняють фосфати і карбонати; залишок складається з сульфатів кальцію.

Сечовина. Сечу згустити випарюванням і додати до неї міцної HNO₃. При цьому випадають кристали, що під мікроскопом мають ромбічну форму.

Питання для самопідготовки та контролю.

1. Про що свідчить підвищення або зниження густини сечі?
2. Яку реакцію має сеча людини, травоядних, всеїдних та хижих тварин?
3. Які процеси відбуваються у ниркових клубочках, проксимальному звивистому каналці нефрона, у низхідному і висхідному колінах петлі нефрона, у дистальному звивистому каналці нефрона, у збиральній трубці?
4. Одна людина випила дві склянки солоної води, друга – два стакани звичайної води, третя – прополоскала кілька хвилин рота солоною водою. Як зміниться величина діурезу у кожної людини?
5. Чому утворення каменя у нирці гальмує діурез?
6. Лікар з терапевтичною метою призначив хворому вливання великої кількості ізотонічного розчину. Через деякий час стан хворого погіршився. У чому була помилка лікаря?
7. У нічний час величина діурезу стає меншою. Як це пояснити?
8. У регуляції діяльності нирок нервові впливи виражені слабо, однак вони все ж таки є. У чому вони конкретно проявляються?
9. У експерименті на тварині ділянка каналців нирок була піддана вибіркового охолодження. Як це вплинуло на вміст натрію у сечі?
10. Чому при деяких захворюваннях нирок у хворих виникають набряки?
11. Чому наявність білку у сечі свідчить про наявність патологічного процесу у нирках?
12. Уявіть собі, що приносна артерія стала більш вузькою, ніж виносна. Як би це вплинуло на утворення сечі?

РОЗДІЛ 10. ФІЗІОЛОГІЯ ЕНДОКРИННОЇ СИСТЕМИ.

Основні поняття розділу

Ендокринні залози – секреторні органи, що не мають вивідних протоків, а продукти секреції виводяться безпосередньо у кров.

Паракринні органи (клітини)- не мають вивідних протоків, але продукти секреції не виводяться безпосередньо у кров, а шляхом дифузії через мембрану впливають на сусідні клітини.

Гормони – продукти внутрішньої секреції, тобто хімічні речовини, які виробляються спеціалізованими залозами(або клітинами), виділяються у кров та розповсюджуються по організму. Слугують хімічними носіями інформації, здійснюючи специфічний вплив на *органи-мішені*. По природі гормони можуть бути ліпідними, білковими та пептидними, стереїдними.

Тип дії гормонів – метаболічний, морфогенетичний, кінетичний (пусковий), корегуючий.

Властивості гормонів – специфічність, дистантний характер дії, висока біологічна активність.

Механізми дії гормонів – взаємодія з рецепторами плазматичної мембрани, взаємодія з рецепторами ядра клітини.

Регуляція дії ендокринних органів – а) прямий вплив субстратів крові на клітини залози; б) нервова; в) гуморальна; г) нейрогуморальна.

Фактори гуморальної регуляції:

Справжні гормони		Тканинні гормони	Метаболітичні фактори	
Результат секреції специфічних клітин ендокринних залоз Гормони гіпофіза, епіфіза, гіпоталамуса підшлункової залози, наднирників, щитоподібної залози, парашитоподібних та стат. Залоз	Результат секреції специфічних клітин у різних тканинах та органах Лібертини, статіни, нейропепт. гіпоталамуса (рілізінг-фактори), компоненти ренін-ангіо. с-ми, гормони ШКТ	Результат секреції неспецифічних клітин у різних тканинах та органах Простогландії, енкефаліни, гістамін, серотонін, тощо	Власне метаболіти (продукти, що утворюються в усіх клітинах організму) Молочна кислота, ПВК, CO ₂ , аденозин, тощо	Продукти, що утворюються в клітинах організму у результаті хімічних порушень при напруженому метаболізмі Вільні радикали, тощо

ФІЗІОЛОГІЧНА ДІЯ ДЕЯКИХ ГОРМОНІВ.

Мета. Дослідження дії інсуліну, інтермедіну та гонадотропних гормонів на стан піддослідних тварин.

Прилади та матеріали. Скляний ковпак, шприц з голками, інсулін, 20% розчин глюкози, препарувальний набір, дощечка, мікроскоп, скляна банка, білий папір, пітуїтрин, шприц з ін'єкційною голкою, предметні і накривні скельця, очна піпетка, фізіологічний розчин, шприц з голками, сеча вагітної жінки або сироватка крові жеребної кобили (СЖК), вата.

Об'єкт дослідження. Жаба, біла миша.

Питання для теоретичної підготовки. Залози внутрішньої секреції, їхнє значення. Загальна характеристика гормонів, хімічна природа їх та механізм дії. Регуляція діяльності ендокринних залоз. Гормони підшлункової залози, їхні функції. Фізіологічна дія гормонів гіпофіза. Регуляція виділення їх. Гонадотропні гормони гіпофіза. Функціональні зв'язки гіпофіза з гіпоталамусом. Статеві гормони, їхня роль. Гормони плаценти. Взаємозв'язок нервової та гормональної регуляції.

Завдання 1. Гіпоглікемічна дія інсуліну.

Інсулін в організмі виконує роль регулятора вуглеводного обміну. Збільшення його кількості в крові веде до зменшення вмісту цукру в ній. Зниження рівня цукру в крові до 2,50—2,78 ммоль/л (45—50 мг%) призводить до різких порушень діяльності мозку — гіпоглікемічного шоку. Лікувальним засобом при гіпоглікемічному шоку є термінове введення цукру (глюкози) в організм. Під ковпак садовлять двох білих мишей, яким не давали їжі перед дослідом. Одній з них підшкірно вводять інсулін — 0,5 од. на 10 г маси. Помічають час. Другій миші вводять 0,5 мл фізіологічного розчину. Спостерігають стан тварин. Коли у миші, якій давали інсулін, починаються явища гіпоглікемічного шоку, їй вводять під шкіру 0,5 мл 20 %-го розчину глюкози і спостерігають відновлення нормального стану.

Зазначте час, коли у миші почалися судороги.

Завдання 2. Вплив гормону середньої долі гіпофіза на пігментні клітини жаби.

У проміжній (середній) долі гіпофіза утворюється інтермедин, або меланоцитостимулюючий гормон, який впливає на пігментні клітини нижчих хребетних. Під його впливом відбувається рівномірний розподіл пігменту по цитоплазмі меланофорних (пігментних) клітин, що спричинює потемніння шкіри тварини. Для досліду беруть зелених жаб середнього розміру. Двох жаб кладуть у скляну банку, ставлять її під розсіяним світлом (для створення білого фону під неї підкладають білий папір, ним же обкладають задню і бокові стінки). Жаби на білому фоні світліють. До введення пітуїтрину розглядають у бінокляр (збільшення близько 60) меланофорні клітини плавальної перетинки задньої ноги жаби, які при доброму освітленні стискаються і набувають вигляду великих чорних крапок. Потім одній з жаб у черевну порожнину вводять 0,2 мл розчину пітуїтрину (1 мл містить 1,5—3,0 ОД), вона починає темнішати вже через 20 хв після ін'єкції, у меланофорних клітин з'являються маленькі відростки; через 40—50 хв після ін'єкції вони значно збільшуються; тепер уже добре видно загальне потемніння жаби.

Завдання 3. Реакція самця жаби на гонадотропні гормони.

У жаб-самців поза періодом розмноження у вмісті клоаки ніколи не буває сперміїв. Під впливом хоріонгонадотропіну у самців озерної і ставкової жаб спермії у великій кількості переходять із сім'яників у клоаку, їх можна бачити у краплині рідини, взятої з клоаки. Вихід сперміїв у клоаку триває кілька десятків хвилин після введення гонадотропних гормонів. Цей метод використовують для діагностики вагітності. Самці трав'яної жаби (*K. ietropagia*) до цього тесту непридатні.

Самцю жаби вводять 2—4 мл досліджуваної сечі у спинний лімфатичний мішок. Через 30 хв, 1 та 2 год після ін'єкції обережно вводять у клоаку очну піпетку, беруть краплину її вмісту, переносять на предметне скло, накривають накривним скельцем і розглядають під мікроскопом у трохи затемненому полі зору. Позитивною реакцією вважається наявність численних сперміїв. Часто при позитивній реакції змінюється і вигляд досліджуваної рідини: при наявності сперміїв вона каламутна, без них — прозора. Якщо у клоаці рідини нема, можна ввести піпеткою трохи фіз.розчину, всмоктати його назад і розглядати під мікроскопом. Для контролю можна дослідити рідину з клоаки інтактного, не підданого ін'єкції самця жаби. У різні пори року реакція на самцях жаб дає 85—95 % позитивних відповідей.

Зарисувати поле зору мікроскопа при позитивній і негативній (у інтактного самця) реакції.

Питання для самопідготовки та контролю.

1. Загальна характеристика залоз внутрішньої секреції.
2. Механізм дії гормонів.
3. Який механізм дії інсуліну на рівень цукру в крові?
4. Чому при зниженні рівня глюкози в крові виникають явища гіпоглікемічного шоку?
5. Поясніть механізм дії гонадотропних гормонів, що зумовлює позитивну реакцію у самця жаби.
6. Людям, що постраждали при аварії на ЧАЕС, у якості профілактичного заходу вводили препарат йоду. З якою метою це робили?
7. У одній родині стався такий випадок. Їх породиста собака народила незвичайно велику кількість цуценят – 7 штук. Після пологів без явної причини у собаки почалися судоми. Хазяїни не розуміли що робити, судоми сильнішали. Потім у собаки припинилося дихання і вона загинула. У чому причина? Чи можна було врятувати тварину?
8. При пересадці нирки, наприклад на шию тварини, вона продовжує нормально функціонувати. Це свідчить про те, що для нирки головну роль відіграє гуморальна, а не нервова регуляція. Діяльність гіпофіза теж регулюється гуморально. Однак після пересадки на шию гіпофіз перестає виділяти ряд гормонів. Поясніть причину цього?
9. Чи можете ви вказати на зв'язок між процесами аксонного транспорту та скороченням м'язів вагітної мотки?
10. У здорової новонародженої дитини частота сечовипускань досягає 15-20 разів за добу. Питома вага сечі при цьому низька – 1,004-1,008. Так як дитина здорова, ці особливості слід зв'язувати із недостатністю певного механізму. Якого саме?
11. Що буде з функцією залози внутрішньої секреції (наприклад, кори наднирників), якщо у організм вводити великі дози гормонів, що виробляються цією залозою?

РОЗДІЛ 11. ФІЗІОЛОГІЯ ПРОЦЕСІВ ОБМІНУ РЕЧОВИН ТА ЕНЕРГІЇ.

Основні поняття розділу.

Обмін речовин (метаболізм) та енергії – сукупність фізичних, хімічних та фізіологічних процесів перетворення речовин і енергії у організмі, а також їхній обмін між організмом та навколишнім середовищем. Складається із двох взаємопов'язаних процесів: анаболізму (асиміляція) та катаболізму (дисиміляція).

Функціональний метаболізм – обмін жирів та вуглеводів, що головним чином слугує для забезпечення фізіологічних функцій.

Структурні

й метаболізм – обмін білків, що у першу чергу потрібний для підтримання та змін структури організму.

Загальна кількість виробленої енергії – сума зовнішньої роботи, теплових витрат та запасеної енергії.

Одиниці виміру обміну речовин – за основну одиницю прийнято 1 джоуль(Дж)= 1 ватт·1 секунда = $2,39 \cdot 10^{-4}$ ккал;

$$1 \text{ ккал} = 4187 \text{ Дж} = 4,187 \text{ кДж} \approx 0,0042 \text{ МДж.}$$

Отже, 1кДж/год \approx 0,28Вт (\approx 0,239ккал/год) та 1кДж на добу \approx 0,012Вт (\approx 0,239ккал на добу).

Коефіцієнт корисної дії (ККД, або η) – та частина енергії, що виробляється, яка використовується на зовнішню роботу; ця величина завжди менша за 100%:

$$\eta(\%) = \frac{\text{зовнішня робота} \cdot 100}{\text{енергія, що вироблена}}$$

Розрізняють *сумарний ККД*, що розраховують по загальній енергопродукції, та *практичний ККД*, що визначають по кількості виробленої енергії, від якої віднято енергію *основного метаболізму*.

Енергетичні витрати людини протягом доби складаються з трьох величин: основного обміну, специфічно-динамічної дії їжі та енергії, яка затрачена на виконання певного роду роботи.

Основний обмін – найменший рівень обміну речовин, що спостерігається у стані спокою, натщесерце, при розслаблених м'язах, в умовах кімнатної температури (18-20°C).

В середньому величина основного обміну для дорослої людини становить до 1 ккал на 1 кг ваги за годину (близько 1500 ккал за добу).

Калорична вартість продуктів - кількість енергії, яка звільняється при окисненні поживних речовин до остаточних продуктів метаболізму.

В середньому калорична вартість 1 г білка – 17,17 кДж(4,1 ккал), вуглеводів – 17,17 кДж (4,1 ккал), жиру – 38,94 кДж (9,3 ккал).

ОБЧИСЛЕННЯ ОСНОВНОГО ОБМІНУ.

Мета . Навчитися визначати основний обмін у людини різними способами. Визначити процент відхилень основного обміну піддослідного від норми. Знайти якою є витрата енергії при спокої на одиницю поверхні тіла людини.

Прилади та матеріали. Медичні ваги, ростомір, таблиці (за Бенедиктом) для визначення основного обміну (додаток 1), тонометр, фонендоскоп, секундомір.

Об'єкт дослідження. Людина.

Питання для теоретичної підготовки. Обмін речовин та енергії як основна функція живого організму. Анаболізм і катаболізм, їхнє значення та взаємозв'язок. Методи вивчення обміну речовин та енергії. Основний обмін та фактори, що на нього впливають.

Завдання 1. Обчислення основного обміну за таблицями.

Визначають основний обмін через 12 годин після приймання їжі і достатнього відпочинку при нормальних метеорологічних умовах.

Знаходять вагу та зріст досліджуваного. При зважуванні в одязі отриманий результат слід зменшити на 5 кг для чоловіків і на 3 кг для жінок.

Далі, використовуючи таблиці 13-15 у додатках, відповідно для статі піддослідного, визначають величину основного обміну. В частині А навпроти маси піддослідного знаходять перший додаток. В частині Б по горизонталі знаходять вік піддослідного, а по вертикалі його зріст і на перетині граф знаходять другий додаток. Середньостатистична величина нормального основного обміну піддослідного є сумою двох знайдених в таблиці чисел.

Поділивши цю величину на 24 години, одержують величину нормального основного обміну піддослідного у кілоджоулях за годину (кДж/год).

Завдання 2. Розрахунок основного обміну (ООб) за формулами.

Для розрахунку за формулою Дрейера потрібно визначити вагу тіла та вік досліджуваного:

$$\text{♀ООб} = \frac{\sqrt{P}}{0,1015 \cdot A \cdot 0,1333} \text{ (ккал)}$$

$$\text{♂ООб} = \frac{\sqrt{P}}{0,1125 \cdot A \cdot 0,1333} \text{ (ккал), де}$$

P – вага тіла в кг, A – вік у роках.

Більш точною є формула Кляйбера:

для чоловіків: $ООБ = 71,2 \cdot M^{3/4} \cdot (1 + 0,004(30 - B) + 0,01(S - 43,4))$,
де: $S = P/M$, P - зріст (см), M - маса тіла (кг).
Для жінок: $ООБ = 65,8 \cdot M^{3/4} \cdot (1 + 0,004(30 - B) + 0,018(S - 43,4))$,
де: $S = P/M$, P - зріст (см), M - маса тіла (кг).

Добовий основний обмін у людини вагою 70 кг становить у середньому 1680 ккал, при невеликій фізичній праці – 2200-2800 ккал, при важкій фізичній праці – 3600-4500 ккал.

Розрахувати свої показники основного обміну у кілокалоріях та кілоджоулях.

Завдання 3. Обчислення відхилення основного обміну за допомогою формули Ріда.

Формула Ріда дає можливість розрахувати процент відхилення величини основного обміну від норми. Ця формула базується на існуванні взаємозв'язку між артеріальним тиском, частотою пульсу і теплопродукцією організму.

Визначення основного обміну за формулами завжди дає лише наближені результати, але при ряді захворювань (тиреотоксикоз та ін.) вони достатньо достовірні і тому часто застосовуються у клініці.

Допустимим є відхилення до 10% від норми.

У піддослідного визначають частоту серцевих скорочень за допомогою секундоміра і артеріальний тиск за способом Короткова 3 рази з дотриманням умов, необхідних для визначення основного обміну. Визначають середні показники з трьох вимірювань.

Процент відхилень основного обміну від норми визначають за формулою Ріда:

$$ПВ = 0,75(ЧП + ПТ \cdot 0,74) - 72, \text{ де}$$

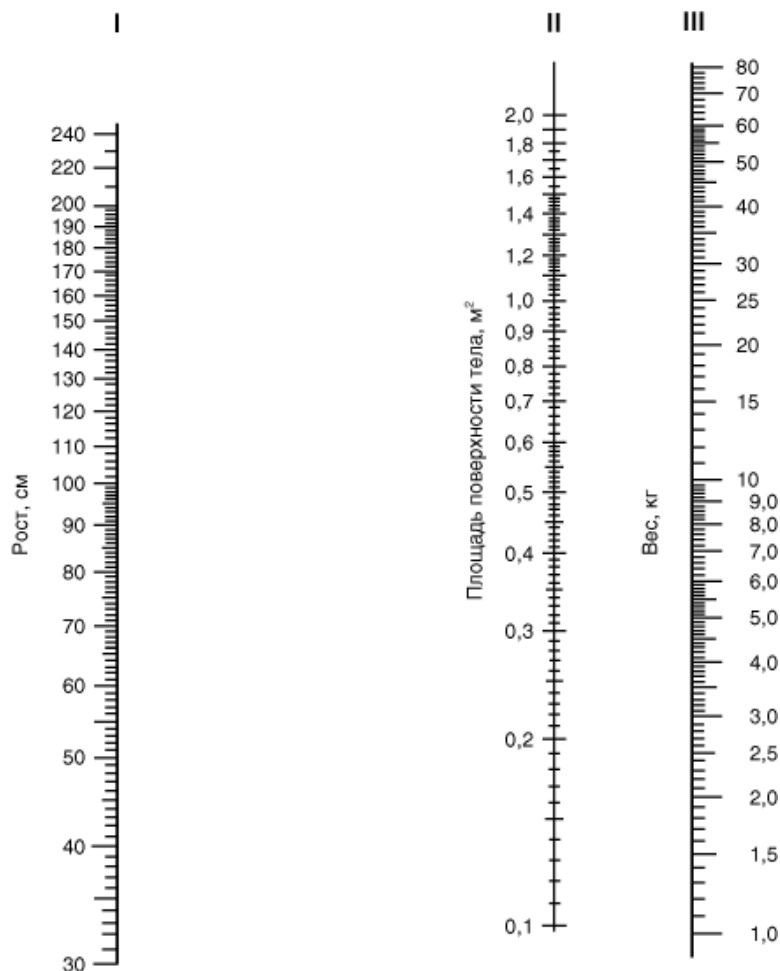
ЧП - частота пульсу;

ПТ - пульсовий тиск, який рівний різниці величин артеріального систолічного та діастолічного тиску.

Знайдіть величини відхилення основного обміну за формулою Ріда у відсотках та кілоджоулях на основі даних, що отримані у завданні 1.

Завдання 4. Визначення витрат енергії при спокої на одиницю поверхні тіла людини за допомогою номограм.

Експериментально встановлено, що витрата енергії на 1м² поверхні тіла у чоловіків від 20 до 50 років складає 38-40 ккал/год, а у жінок того самого віку – 36-38 ккал/год. Поверхню тіла легко вирахувати за допомогою номограм, знаючи зріст у сантиметрах та вагу тіла у кілограмах. З'єднуючи обидва числа лінією, яка пройде через шкалу поверхні, ми за числом у точці перетину з цією лінією визначимо величину поверхні тіла. Це число, помножене на 39 для чоловіків і на 37 для жінок, покаже нормальну для піддослідного величину витрати енергії за 1год при повному спокої (мал.27).



Мал.27. Номограма для визначення значень поверхні тіла

Також для визначення поверхні тіла(ПТ) використовують формулу Рубнера:

$$ПТ = К \cdot М^{2/3}, \quad К = 12,3; \quad М - \text{маса тіла (кг)}, \text{ чи формулу}$$

Дюбуа:

$$ПТ = М^{0,425} \cdot P^{0,725} \cdot 71,84, \quad \text{де } P - \text{зріст (см)}.$$

Зробіть розрахунки, використовуючи номограми та формули.

Питання для самопідготовки та контролю

1. Що таке метаболізм?
2. Основний обмін та методи його вивчення.
3. Які речовини вважають макроергічними? Їх роль у енергетичному обміні.
4. Пластичний та енергетичний обмін. Речовини, що їх забезпечують.
5. Чи доцільно у спеку годувати собаку м'ясом?
6. Вміст води в органах різних людей приблизно однаковий. У той же час, відсоток води в усьому тілі у них відрізняється. Так, у організмі жінки води у середньому менше, ніж у чоловіка. У чому причина цього?

ОБЧИСЛЕННЯ ДОБОВОЇ ВИТРАТИ ЕНЕРГІЇ

ТА СКЛАДАННЯ ХАРЧОВОГО РАЦІОНУ.

Мета. Визначити величину добових енерговитрат людини. Оволодіти методикою складання та оцінки харчового раціону.

Прилади та матеріали. Таблиці основного обміну та енерговитрат при різних видах роботи, таблиці хімічного складу та енергетичної цінності харчових продуктів.

Об'єкт дослідження. Людина.

Питання для теоретичної підготовки. Речовини, що є джерелом енергії для організму. Кількість енергії, яка звільняється при окисненні поживних речовин у організмі. Обмін білків. Азотистий баланс у організмі, коефіцієнт виснаження. Обмін вуглеводів. Обмін білків. Значення вітамінів. Значення мікроелементів. Добова потреба людини у поживних речовинах, вітамінах та мікроелементах. Регуляція обміну речовин.

Завдання 1. Обчислення добових енерговитрат.

Визначають величину основного обміну піддослідного за таблицями та формулою Ріда (можна використовувати дані з лабораторної роботи 36). Проводять хронометраж усіх видів діяльності піддослідного протягом доби. У зошиті готують таблицю і занотують отримані величини.

Таблиця 21. Результати обчислення добових енерговитрат.

Вид роботи	Тривалість	Витрати енергії
Сума		

Проводять визначення енерговитрат за добу (таблиця 12 у додатках) на 1 кг ваги піддослідного, а потім визначають повний показник добових енерговитрат (помноживши отриманий результат на масу піддослідного). Враховуючи неточність даного методу обчислення добових витрат енергії, збільшують отриманий показник на 10-15% для врахування специфічно-динамічної дії їжі та витрат енергії на невраховані рухи. Витрати енергії під час аудиторних занять становлять 1,45; при самостійних заняттях – 1,6 та у вільний час – 2,2 величини основного обміну. Під час сну витрата енергії складає 0,9 величини основного обміну.

Завдання 2. Обчислення харчового раціону.

Знаючи величину валового енергетичного обміну за добу, можна розрахувати кількість поживних речовин, які повинні входити до добового харчового раціону.

Вимоги до добового харчового раціону:

- повинен забезпечувати своєю калорійністю витрати енергії (потрібно враховувати неповну засвоюваність харчових речовин (близько 90%);
- достатня кількість в їжі білків (орієнтуються на так звану гарантовану білкову потребу), жирів та вуглеводів;
- певне співвідношення поживних речовин (білки : жири : вуглеводи = 1:1:4);
- бажана кількість білку у їжі в кількості 109-129 г.

Людина, що працює з навантаженням повинна отримувати з їжею за добу: білків 100-120 г, жирів - близько 100 г, вуглеводів - 400-500 г. Прийоми їжі повинні бути правильно розподілені на протязі доби. При триразовому харчуванні на сніданок повинно припадати близько 30% добової калорійності, на обід - 50%, на вечерю - 20%. У вечірній час не рекомендується прийом великої кількості білків (враховуючи специфічний динамічний вплив їжі) і жирів. Крім білків, жирів і вуглеводів, харчовий раціон повинен містити певні кількості мінеральних речовин (в тому числі мікроелементів) та вітамінів.

Для дитини 1-3 років на добу в середньому необхідно:

білків 30-50 г

жирів 45-60 г

вуглеводів 170-180 г.

Енергетичний обмін за добу на 1 кг маси у дитини у віці 1-3 років складає 95-100 ккал, тобто він в 2 рази більший, ніж у дорослої людини. Така дитина на 1 кг маси за добу повинна отримувати з їжею більше білків (3-3,5 г) і жирів (5-6 г), ніж доросла людина. Співвідношення білки : жири : вуглеводи в цьому віці близьке до 3:6:12 (1:2:4).

Хід роботи: 1. Складаючи раціон, користуються даними про добову витрату енергії, одержаними при виконанні завдання 1.

2. Обчислюють кількість білків, жирів, вуглеводів, яку необхідно ввести у добовий раціон, щоб відшкодувати витрати енергії. При цьому виходять з необхідності мати не менше 1-1,5 г білка на 1кг ваги тіла, з них не менше 50% тваринного походження. Добова норма жиру складає 0,9-1 обчисленої норми білку, при цьому не менше 15-20% мають становити рослинні олії. Решту витраченої енергії поповнюють за рахунок вуглеводів. Кількість їх у добовому раціоні становить 450-700 г. Співвідношення білків, жирів та вуглеводів у раціоні становить 1:0,9-1:4 і більше.

3. Користуючись таблицею 16 у додатках, визначають добовий набір продуктів, кількість їх (г/добу), обчислюючи в ній вміст білків, жирів, вуглеводів та енергії. Запис ведуть у таблиці:

Таблиця 22. Дані для складання харчового раціону.

Назва продукту	Кількість г/добу	Вміст, г			Енергетична цінність	
		Білки	Жири	Вуглеводи	Дж	ккал
Яйця і т.п.	50 (1шт)	6,27	6,05	6,27	293	70

4. Розподіляють харчовий раціон на чотири прийоми за енергетичною цінністю: перший сніданок – 25-30%, другий сніданок – 10-15%, обід – 35-40%, вечеря (за дві години до сну) – 20-25%. Добову потребу енергії приймають за 100%.

Розрахувати приблизний раціон студента-біолога.

Питання для самопідготовки та контролю.

1. Які речовини є джерелом енергії для організму?
2. Обмін білків та його регуляція.
3. Обмін жирів та його регуляція.
4. Обмін вуглеводів та його регуляція.
5. Значення для організму мікроелементів.
6. Значення для організму вітамінів.
7. Як змінюється витрата енергії при різних видах фізичної роботи?

Лабораторна робота № 38.

ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТИ ЕНЕРГІЇ У ЛЮДИНИ

МЕТОДОМ ПОВНОГО ГАЗОВОГО АНАЛІЗУ.

Мета. Ознайомитись з методикою розрахунків витрат енергії за допомогою даних, отриманих при застосуванні метода непрямой калориметрії.

Прилади та матеріали. Калькулятор.

Об'єкт дослідження. Людина.

Питання для теоретичної підготовки. Непряма калориметрія. Дихальний коефіцієнт, його величина при окисненні у організмі вуглеводів, білків, жирів. Калоричний еквівалент кисню.

Завдання 1. Визначення обміну білків, жирів та вуглеводів за дихальним коефіцієнтом.

Для визначення енергетичного балансу найбільш поширеним є метод непрямой калориметрії. Він ґрунтується на визначенні газообміну, тобто на кількості спожитого O_2 та виділеного CO_2 . На кожний літр спожитого O_2 при окисненні білків звільняється близько 4,5 ккал, жирів – 4,7 ккал, вуглеводів – 5 ккал.

Щоб мати більш точні відомості про витрати енергії, визначають вміст азоту у сечі під час експерименту. Знаючи, що білки містять 16% азоту, можна визначити, яка кількість їх розкладалася.

Приклад № 1. Досліджуваний протягом 5 хв видихає повітря у мішок Дугласа. Потім мішок закривають і визначають вміст O_2 та CO_2 за допомогою газового лічильника.

За різницею між вмістом O_2 у атмосферному (21%) і видихнутому (наприклад, 17%) повітрі обчислюють поглинання O_2 з повітря при диханні: $21\% - 17\% = 4\%$, або 40 мл на 1 л повітря.

Знаючи вміст CO_2 у видихуваному повітрі (за даними визначення – 3,5%), обчислюють дихальний коефіцієнт: $DK = CO_2/O_2 = 35:40 = 0,87$.

Обчислюють ХОД (хвилинний об'єм дихання) та кількість поглинутого O_2 за одиницю часу (л/хв) на основі даних про поглинання O_2 і об'єм видихнутого повітря. Тобто, за 5 хв

досліджуваний видихнув 30 л повітря, а за 1 хв – бл. Споживання O₂ дорівнює: 40 мл·6=240 мл або 0,24 л/хв.

Обчислюють витрату енергії за 1 хв, 1 год, 1 добу. Калоричний еквівалент O₂ при ДК = 0,87, рівний 20,66 кДж; витрата енергії за 1 хвилину дорівнює 20,66·0,24 = 4,96 кДж (1,18 ккал); витрата енергії за 1 годину дорівнює 4,96 кДж·60=297,6 кДж (71 ккал); витрата енергії за 1 добу дорівнює 297,6 кДж·24=7142 кДж (1706 ккал).

При розрахунках обчислений об'єм поглинутого O₂ та виділеного CO₂ зводять до нормальних умов за формулою:

$$v_0 = v \cdot P \cdot 273 / (P_0 \cdot (273 + t)), \text{ де}$$

v – одержаний у експерименті хвилинний об'єм поглинутого а O₂ бо виділеного CO₂; P – атмосферний тиск під час досліджень; P₀ - нормальний атмосферний тиск; t – температура газової суміші.

Взагалі, при розрахунках умови вважають нормальними.

Приклад № 2. Було знайдено, що людина за добу спожила 500 л O₂, а виділила 420 л CO₂. З сечею виділилося 12,8 г азоту. Визначити витрати харчових речовин, які окислилися у піддослідного.

Для розрахунку потрібні дані, які характеризують окислення 1г речовини. За цими даними можна підрахувати витрату білків, жирів та вуглеводів.

Знаходимо скільки розклалося білка, якщо з сечею виділилося 12,8 г азоту:

$$12,8 \cdot 6,25 = 80 \text{ г (6,25 г білка містять 1 г азоту).}$$

Далі, виходячи з даних, що розміщені у таблиці, можна вести подальші розрахунки.

Розраховуємо кількість CO₂, що виділилася при окисленні 80г білку: 80·0,77=61,6 л.

Визначаємо, скільки необхідно було O₂ на окислення 80г білку? 80·0,97=77,6 л.

Таблиця 23. Кількість поглинутого O₂ та виділеного CO₂ при окисленні поживних речовин.

При окисленні 1 г	Споживається O ₂ , л	Виділяється CO ₂ , л	Дихальний коефіцієнт
Білки	0,97	0,77	0,8
Жири	2,0	1,40	0,7
Вуглеводи	0,83	0,83	1,0

Визначаємо, скільки O₂ пішло на окислення жирів і вуглеводів разом? 50-77,6=422,4л.

Знаходимо, скільки CO₂ виділилося при окисленні жирів та вуглеводів: 420-61,6=358,4 л. Отже, на окислення безазотистих речовин пішло 422,4 л O₂ і при цьому виділилося 358,4 л CO₂.

Позначимо об'єм, що пішов на окислення жирів, через X ; тоді об'єм O_2 , який пішов на окислення вуглеводів буде дорівнювати $(422,4 - X)$ л.

Об'єм виділеного CO_2 , при окисненні вуглеводів дорівнює об'єму поглиненого при цьому O_2 , тобто $422,4 - X$ (ДК вуглеводів дорівнює 1).

Визначаємо, скільки CO_2 виділилося при окислення жирів. Якщо ми прийняли, що об'єм O_2 , який пішов на окислення жиру, дорівнює X , то об'єм виділеної CO_2 дорівнюватиме $0,7 \cdot X$ (ДК жирів дорівнює 0,7).

Загальний об'єм CO_2 , що виділився при окисненні безазотистих продуктів, дорівнює 358,4 л. Він складається із об'єму CO_2 , що виділився при окисненні жиру ($0,7 \cdot X$), і об'єму CO_2 , що виділився при окисненні вуглеводів ($422,4 - X$). За цими даними можна скласти рівняння, яке визначить величину X , тобто об'єм O_2 , який пішов на окислення жиру: $358,4 = (422,4 - X) + 0,7 \cdot X$, $X = 213$ л.

Визначаємо об'єм O_2 , який пішов на окислення вуглеводів: $422,4 - 213 = 209,4$ л.

Знаходимо, скільки окислилося вуглеводів, якщо на окислення 1 г їх іде 0,83 л O_2 : $209,4 : 0,83 = 252,3$ г.

Знаходимо, скільки окислилося жирів, якщо на окислення 1 г їх іде 2 л O_2 : $213 : 2 = 106,5$ г.

Таким чином, розрахунок показує, що у організмі піддослідного окислилось: білка – 80 г; жиру – 106,5 г; вуглеводів – 252,3 г.

Приклад № 3. Досліджуваний у стані спокою протягом 3 хв видихнув 18 л повітря, у якому знаходилося 15,96 % O_2 та 4,53% CO_2 . Визначте основний (енергетичний) обмін у досліджуваного.

Знаходимо хвилинний об'єм дихання: $ХОД = 18 : 3 = 6$ л повітря.

Знаходимо % вміст поглинутого O_2 : $20,96\%$ у повітрі - $15,96\%$ видихнуто = 5% .

Аналогічно знаходимо % вміст видихнутого CO_2 : $4,53\%$ у повітрі - $0,03\%$ видихнуто = $4,5\%$.

Розраховуємо кількість мл O_2 , що поглинуто організмом:

100 мл повітря – 5 мл O_2
6000 мл – X мл O_2 ; звідси $X = 300$ мл.

Розраховуємо кількість мл CO_2 , що виділено організмом:

100 мл повітря – 4,5 мл CO_2
6000 мл – X мл CO_2 ; звідси $X = 270$ мл.

Визначаємо дихальний коефіцієнт: $ДК = CO_2 / O_2 = 270 / 300 = 0,9$.

Знаходимо калоричний еквівалент O_2 (тобто, скільки буде виділено тепла у ккал при згорянні 1 л O_2 , якщо ДК дорівнює 0,9). По таблиці:

1 л O_2 – 4,924 ккал

0,3л O₂ – X ккал; звідси X=1,641 ккал/хв.

Визначаємо основний енергетичний обмін: $OO=1,641 \cdot 1440=2363$ ккал.

Завдання 2. Розв'язування фізіологічних задач.

1. Людина спожила 576 л O₂, а виділила 472 л CO₂. З сечею виділилося 16,9 г азоту. Визначте витрати харчових речовин, які окислилися.
2. Розрахуйте кількість енергії, що виділилася, якщо під час досліду окислилися тільки вуглеводи, та при цьому виділилося 6 літрів CO₂.
3. Розрахуйте кількість енергії, що виділилася, якщо під час досліду окислилися тільки жири, та при цьому виділилося 12 літрів CO₂.
4. Розрахуйте кількість енергії, що виділилася, якщо під час досліду окислилися тільки білки, та при цьому виділилося 8 літрів CO₂.
5. Досліджуваний у стані спокою протягом 3 хв видихнув 24 л повітря. Газоаналізатор показав, що у видихнутому повітрі знаходиться 16% O₂ та 4,73% CO₂. Визначте основний обмін (енергетичний) у досліджуваного.

Питання для самопідготовки та контролю.

1. Як зміниться величина ДК після тривалої гіпервентиляції?
2. Чим більшу роботу здійснює м'яз, тим інтенсивніше він використовує оксиген. Чи можна стверджувати, що чим більш складну роботу здійснює мозок, тим більше оксигену він використовує?
3. Як зміниться величина ДК при швидкому ожирінні, наприклад, при відкормлюванні гусей?
4. Як змінюються ДК, ХОД, поглинання O₂, виділення CO₂ та витрати енергії при фізичному навантаженні?

Лабораторна робота № 39.

ВИВЧЕННЯ МЕХАНІЗМІВ ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЇ У ЛЮДИНИ.

Мета. Встановити вплив порушення кровопостачання органу (ділянки тіла) на його температуру. Дослідити роль потовиділення у терморегуляції.

Прилади та матеріали. Сфігмоманометр, ртутний або електротермометр, рідина Мінора (кристалічний йод – 1,5; касторова олія – 10; абсолютний алкоголь – доводять до 100), крохмаль, вата, посудина з водою (40 - 45°С).

Об'єкт дослідження. Людина.

Питання для теоретичної підготовки. Процеси теплопродукції та тепловіддачі у організмі. Роль різних органів у терморегуляції.

Завдання 1. Роль кровообігу у підтриманні температури різних частин тіла.

Досліджуваний кладе руку на стіл, тримає її спокійно, без напруження. На плече йому накладають манжетку від сфігмоманометра і вимірюють вихідну температуру пальця. Потім у манжетку накачують повітря, щоб тиск у ній досяг 180-200 мм рт.ст. При такому тиску кровonosні судини плеча стискаються і кровообіг у передпліччі й кисті порушується. Слідкують, щоб тиск у манжетці під час досліду не знижувався. Протягом 10 хвилин (з інтервалом 1 хв) реєструють електротермометром температуру кінця пальця. Потім

знімають манжетку, кровообіг відновлюється. Продовжують реєструвати температуру пальця, відмічають час відновлення його вихідної температури. При використанні кількох електротермометрів, можна вимірювати температуру у різних точках кисті і передпліччя, а також у відповідних точках другої руки. Отримані результати занести до таблиці 24.

Таблиця 24. Реєстрація температури різних ділянок тіла.

Етапи реєстрації	Температура тіла		
	Пальця	Кисті	Передпліччя
У вихідному стані			
Після припинення кровообігу			
Через 1 хв			
Через 2 хв			
Через 10 хв			
Після відновлення кровообігу			
Через 1 хв			
Через 2 хв			
і т. д.			

Завдання 2. Дослідження потовиділення по Мінору.

Долоню досліджуваного витирають насухо та змащують рідиною Мінора. Коли після змащування спирт випарується, нерівномірно пофарбовані місця ретельно вирівнюють ваткою. Змащену ділянку припудрюють крохмалем. Здувають частинки крохмалю, що не пристали до шкіри. Долоню держать розкритою. Другу руку занурюють у гарячу воду. Слідкують за змінами кольору крохмалю. Спочатку там, де з протока виділилася крапелька поту, що просякнула крохмаль, з'являються чорні цяточки, потім вони зливаються одна з одною, утворюючи пляму.

Питання для самопідготовки та контролю.

1. Що таке хімічна терморегуляція?
2. Що таке фізична терморегуляція?
3. Назвіть процеси створення тепла у організмі.
4. Які процеси забезпечують тепловіддачу?
5. Температура повітря +38°C. Роздягнута людина випробовує такі засоби боротьби з перегріванням: а) лягає “калачиком”; б) знаходиться у воді при тій же температурі; в) загортається у мокре простирадло; г) стоїть. Розташуйте ці способи у порядку зниження ефективності.
6. Чому при однаковій температурі повітря ми більше мерзнемо у мокру, ніж у суху погоду?
7. Чи завжди збільшення кількості поту, що виділяється, призводить до збільшення тепловіддачі?
8. Одну тварину періодично поміщали у холодну воду, а іншу – у кімнату з повітрям тієї ж температури. У якої з цих тварин більше зміниться обмін речовин?
9. Чому людина, що знаходиться на морозі у стані алкогольного сп'яніння, особливо схильна загрози замерзнути?
10. Чому у нейлоновій сорочці спека переноситься значно гірше, ніж у бавовняній?
11. Мінімальні розміри тіла відомих гомойотермних тварин близько 2 см. Кілька років тому у Італії знайдено вид мишей трохи меншого розміру. Доставка цих мишей із

пасток до лабораторії займала 2-3 години. Виявилось, що за цей час багато тварин загинуло. У чому причина?

12. У людей, що адаптовані до теплових впливів, у поті збільшується кількість жирних кислот. У чому полягає присувальне значення цього явища?

13. У багатьох тварин, на відміну від людини, при дії високої температури середовища температура тіла підвищується до досить значного рівня (у деяких антилоп до 46°C), а потім стабілізується на цьому рівні. Поясніть фізіологічний сенс цієї реакції.

Laboratory work No. 39.

STUDY OF MECHANISMS OF THERMOREGULATION IN HUMANS.

Goal. To determine the effect of impaired blood supply to an organ (body area) on its temperature. Investigate the role of sweating in thermoregulation.

Devices and materials. Sphygmomanometer, mercury or electrothermometer, Minora liquid (crystalline iodine - 1.5; castor oil - 10; absolute alcohol - bring to 100), starch, cotton wool, a vessel with water (40 - 45°C).

Object of study. Man.

Questions for theoretical preparation. Processes of heat production and heat transfer in the body. The role of various organs in thermoregulation.

Task 1. The role of blood circulation in maintaining the temperature of different parts of the body.

The subject puts his hand on the table, holds it calmly, without tension. A cuff from a sphygmomanometer is placed on his shoulder and the initial temperature of the finger is measured. Then air is pumped into the cuff so that the pressure in it reaches 180-200 mm Hg. At this pressure, the blood vessels of the arm are compressed and blood circulation in the forearm and hand is disrupted. They make sure that the pressure in the cuff does not decrease during the experiment. During 10 minutes (with an interval of 1 minute), the temperature of the end of the finger is recorded with an electrothermometer. Then the cuff is removed, blood circulation is restored. They continue to register the temperature of the finger, note the time it takes to restore its original temperature. When using several electric thermometers, it is possible to measure the temperature in different points of the hand and forearm, as well as in the corresponding points of the other hand. Enter the obtained results in table 24.

Table 24. Registration of the temperature of different parts of the body.

Stages of registration	Body temperature		
	Fingers	Hand	Forearm
In the original state			
After stopping blood circulation			
After 1 min			
After 2 min			
After 10 min			

After restoration of blood circulation After 1 min After 2 min etc.			
--	--	--	--

Task 2. Study of sweating according to Minor.

The subject's palm is wiped dry and lubricated with Minor's liquid. When the alcohol evaporates after lubrication, unevenly painted areas are carefully leveled with cotton wool. The greased area is powdered with starch. Starch particles that have not stuck to the skin are blown away. Keep the palm open. The other hand is immersed in hot water. Watch for changes in the color of starch. At first, black spots appear where a drop of sweat that has soaked into the starch has separated from the duct, then they merge with each other, forming a spot.

Questions for self-training and control.

1. What is chemical thermoregulation?
2. What is physical thermoregulation?
3. Name the processes of heat creation in the body.
4. What processes provide heat transfer?
5. Air temperature +38°C. An undressed person tries the following means of combating overheating: a) lies down in a "roll-up" position; b) is in water at the same temperature; c) wrapped in a wet sheet; d) standing. Place these methods in order of decreasing effectiveness.
6. Why do we freeze more in wet than in dry weather at the same air temperature?
7. Does an increase in the amount of sweat produced always lead to an increase in heat output?
8. One animal was periodically placed in cold water, and the other - in a room with air of the same temperature. Which of these animals will change their metabolism more?
9. Why is a person who is in the cold in a state of alcohol intoxication especially susceptible to the threat of freezing?
10. Why does heat transfer in a nylon shirt much worse than in a cotton shirt?
11. The minimum body size of known homothermic animals is about 2 cm. A few years ago, a slightly smaller mouse species was found in Italy. Delivery of these mice from the traps to the laboratory took 2-3 hours. It turned out that many animals died during this time. What is the reason?
12. In people adapted to thermal effects, the amount of fatty acids in sweat increases. What is the significance of this phenomenon?

13. In many animals, unlike humans, under the influence of high environmental temperature, the body temperature rises to a fairly significant level (in some antelopes up to 46°C), and then stabilizes at this level. Explain the physiological meaning of this reaction.

Д о д а т к и

ОСНОВНІ ОДИНИЦІ ВИМІРЮВАННЯ

Таблиця 1. Найменування та визначення основних одиниць системи СИ

Величина	Найменування	Визначення
Довжина	метр	м
Маса	кілограм	кг
Час	секунди	с
Електричний струм	ампер	А
Термодинамічна тем-тура	кельвін	К
Сила світла	кандела	кд
Кількість речовини	моль	моль

Таблиця 2. Найменування та визначення деяких одиниць системи СИ

Величина	Найменування	Значення	Визначення
Частота	Герц	Гц	s^{-1}
Сила	Н'ютон	Н	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
Тиск	Паскаль	Па	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2} (N \cdot m^{-2})$
Енергія	Джоуль	Дж	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} (N \cdot m)$
Міцність	Ват	Вт	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} (Дж \cdot s^{-1})$
Електричний заряд	Кулон	Кл	$C \cdot A$
Різниця електр. потенціалів	Вольт	В	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1} (Вт \cdot A^{-1})$
Електричний опір	Ом	Ом	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2} (В \cdot A^{-1})$
Електрична провідність	Сіменс	См	$m^2 \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2 (Ом^{-1})$
Електрична ємність	Фарад	Ф	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2 (Кл \cdot В^{-1})$
Світловий струм	Люмен	лм	кд \cdot ср
Освітленість	Люкс	лк	кд \cdot ср \cdot м $^{-2}$ (лм \cdot м $^{-2}$)
Активність радіоактивної речовини	Бекерель	Бк	s^{-1}

Таблиця 3. Співвідношення між традиційними одиницями та одиницями СИ

Величина	Співвідношення	
Сила	1 дин = 10^{-5} Н 1 кгс = 9,81 Н	1 Н = 10^5 дин 1 Н = 0,102 кгс
Тиск	1 см вод.ст. = 98,1 Па 1 мм рт.ст. = 133 Па 1 атм = 101 кПа 1 бар = 100 кПа	1 Па = 0,0102 см вод.ст. 1 Па = 0,0075 мм рт.ст. 1 кПа = 0,0099 атм 1 кПа = 0,01 бар
Енергія (робота) (кількість теплоти)	1 ерг = 10^{-7} Дж 1 м \cdot кгс = 9,81 Дж 1 кал = 4,19 Дж	1 Дж = 10^7 ерг 1 Дж = 0,102 м \cdot кгс 1 Дж = 0,239 кал
Міцність (тепловий струм) (енергетичний метаболізм)	1 м \cdot кгс/с = 9,81 Вт 1 л.с. = 736 Вт 1 ккал/год = 1,16 Вт 1 кДж/добу = 0,0116 Вт 1 ккал/добу = 0,0485 Вт	1 Вт = 0,102 м \cdot кгс/с 1 Вт = 0,00136 л.с. 1 Вт = 0,860 ккал/год 1 Вт = 86,4 кДж/добу 1 Вт = 20,6 ккал/добу

Таблиця 4. Одиниці, що не відносяться до СИ, але використання яких дозволено

Найменування	Визначення	Еквівалент у СИ
Грам	г	10^{-3}
Літр	л	1 дм^3
Хвилина	хв	60 с
Година	год	3,6 кс
Доба	доба	86,4 кс
Градус Цельсія	$^{\circ}\text{C}$	$(T - 273,16) \text{ K}$

ОСНОВНІ ФІЗІОЛОГІЧНІ КОНСТАНТИ ЛЮДИНИ

КРОВ

<p style="text-align: center;"><u>Плазма:</u> вода 91 - 92% щільні частини 8 - 10% з них: білок близько 7% неорганічні частини >> 0,9% небілкові органічні частини >> 1%</p> <p style="text-align: center;"><u>Гематокрит:</u> жінки 37 – 47 % чоловіки 40 – 54% об'єм крові, що циркулює 5000-6000мл (5-8% ваги тіла) <u>Реакція (рН)</u> кров артеріальна 7,3 – 7,42 кров венозна 7,27-7,37 <u>осмотичний тиск</u> 7,6 – 8,1 атм (768,2-818,7 кПа) <u>онкотичний тиск</u> 25-30 мм рт. ст. (3,325-3,99 кПа)</p> <p style="text-align: center;"><u>СОЕ</u> чоловіки 6-12 мм/год жінки 8-15 мм/год <u>Вязкість крові</u> 4-5 ум. од. (по відношенню до води)</p>	<p style="text-align: center;"><u>Кількісний склад морфологічних елементів периферійної крові</u> Загальна кількість в 1 мм^3 (1 мкл) - лейкоцитів 4,5-8,5 тис - еритроцитів у середньому (чоловіки) 5,1 млн >> (жінки) 4,6 млн - тромбоцитів 250-400 тис</p> <p style="text-align: center;"><u>Білки сироватки, г %</u> Загальний білок 6,5-8,2 Альбуміни 4,6-6,7 Глобуліни 1,2-2,3 Фібріноген 0,2-0,4</p> <p style="text-align: center;"><u>Залишковий азот і його компоненти в сироватці, мг %</u> залишковий азот 20-40 сечовина (азот сечовини) 20-30 сечова кислота 2,5-4,5 креатин 5,6-6,0 креатинін 1,0-2,0</p>
--	--

Таблиця 5. Лейкоцитарна формула здорової людини, %

Гранулоцити			Агранулоцити			
Нейтрофіли			базофіли	еозинофіли	лімфоцити	моноцити
юні	паличкоядерні	Сегментоядерні				
0-1	1- 4	45-65	0-1	1- 4	25- 40	2-8

СЕРЦЕВО-СУДИННА СИСТЕМА

Частота серцевих скорочень в стані спокою за 1 хв – 70-80

Гемодинамічні показники
Ударний об'єм крові 70-80 мл
Хвилинний об'єм крові 4,24-5,3 л

Таблиця 6. Фази серцевого циклу

Систола шлуночків – 0,33с	Фаза напруження – 0,08с	Фаза асинхронного скорочення – 0,05с	
		Фаза ізометричного скорочення – 0,03с	
	Фаза вигнання – 0,25с	Фаза швидкого вигнання – 0,12с	
		Фаза повільного вигнання – 0,13с	
Діастола шлуночків – 0,47с	Протодиастолічний період – 0,04с Фаза ізометричного розслаблення – 0,08с		
	Фаза наповнення шлуночків – 0,25с	Фаза швидкого наповнення – 0,09с	
		Фаза повільного наповнення – 0,16с	
	Фаза наповнення шлуночків, яка обумовлена систолою предсердь – 0,1с		

СИСТЕМА ОРГАНІВ ДИХАННЯ

Таблиця 7. Середні показники величини парціального тиску і процентного вмісту газів у повітрі і різних середовищах організму

Середовище	Парціальний тиск газів, мм рт.ст.		Вміст газів, %	
	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂
Атмосферне повітря	158	0,2	20,9	0,03
Видихувальне повітря	124	30	16,4	4
Альвеолярне повітря	110	40	14,5	5,5
Артеріальна кров	100	40	20	52
Венозна кров	40	46	12	57

Тканини	0	60-70	-	-
---------	---	-------	---	---

Таблиця 8. Залежність вентиляції легень від частоти дихання

Частота дихання за 1 хв	Глибина вдиху, л	Хвилиний об'єм, л
12	3,5	41
24	2,7	64
30	2	60
60	0,9	50

Таблиця 9. Кількість спожитого O₂ і виділеної CO₂ при окисненні поживних речовин

При окисненні 1 г	Споживання O ₂ , л	Виділення CO ₂ , л	Дихальний коефіцієнт
білків	0,97	0,77	0,8
жирів	2,0	1,4	0,7
вуглеводів	0,83	0,83	1,0

ТРАВЛЕННЯ

Кількість травневих соків, які виділяються організмом людини за 1 добу (мл)

Слина до 1000
 Шлунковий сік до 2000
 Підшлунковий сік до 700
 Кишковий сік до 2000
 Жовч до 1100
 Всього до 7000

Тривалість перебування їжі

В шлунку – 2-8 годин
 В тонкому кишківнику – 3-5 годин,
 В товстому кишківнику – до 12 годин

Таблиця 10. Довжина різних відділів травного тракту в людини

Стравохід	25 см	Дванадцятипала кишка	30 см
Шлунок	30 см	Товстий кишківник	1,5 м
Тонкий кишківник	5 м	Сліпа кишка	6 см

Довжина всього травного тракту від ротового отвору до анального – 7-8 м (тобто в 5 разів більша за довжину тіла).

СИСТЕМА ВИДІЛЕННЯ

Сеча:

кількість за добу – 600-2000 мл, питома вага – 1010-1025, колір – блідо-жовтий (або насичений червонувато-жовтий), прозора, реакція слабокисла; білок відсутній (0,033 мг%), цукор відсутній (сліди), ацетон відсутній, жовчні пігменти і кислоти відсутні, уробілін та індикан у невеликій кількості.

Таблиця 11. Порівняльний склад плазми крові і сечі людини, %

Речовини	Плазма	Сеча	Речовини	Плазма	Сеча
Вода	90-91	95-96	Калій	0,02	0,15
Білки	7-8	-	Натрій	0,32	0,35
Цукор	0,1-0,12	-	Фосфати	0,009	0,15
Сечовина	0,03	2	Сульфати	0,002	0,18
Сечова кислота	0,004	0,05	Креатинін	0,001	0,075
Аміак	0,001	0,04			

ОБМІН РЕЧОВИН ТА ВИТРАТИ ЕНЕРГІЇ

Таблиця 12. Витрати енергії при різних видах діяльності.

Вид діяльності або положення тіла	Витрата енергії за годину на 1кг маси	
	кДж	ккал
Сон	3,8	0,9
Відпочинок лежачи	4,6	1,1
Відпочинок сидючи	5,4	1,3
Писання сидючи	7,1	1,7
Стояння	7,3	1,75
Спів	7,3	1,75
Прасування	8,6	2,06
Робота на комп'ютері	13,4	3,2
Читання лекцій	13,4	3,2
Ходьба зі швидкістю: 6 км/год	18,8	4,5
Ходьба зі швидкістю: 8 км/год	42,0	10,0
Біг зі швидкістю: 8 км/год	34,1	8,14
Біг зі швидкістю: 12 км/год	50,0	12,0
Біг зі швидкістю: 15 км/год	63,0	15,0
Їзда на велосипеді	29,7	7,1
Плавання	29,7	7,1
Веслування (50-80 гребків/хв)	10,5-25,0	2,5-6,0
Гімнастика	17,6-59,0	4,2-14,0
Боротьба	46,0-67,0	11,0-16,0

Таблиця 13. Розрахунок основного обміну у чоловіків та жінок за масою.

Маса тіла, кг	Витрати енергії, кДж/добу		Маса тіла, кг	Витрати енергії, кДж/добу		Маса тіла, кг	Витрати енергії, кДж/добу	
	Чол.	Жін.		Чол.	Жін.		Чол.	Жін.
44	2814	4505	71	4367	5585	98	5920	6665
45	2868	4543	72	4426	5627	99	5978	6707
46	2927	4585	73	4480	5664	100	6037	6745
47	2985	4626	74	4539	5706	101	6092	6787
48	3044	4664	75	4597	5744	102	6151	6828
49	3098	4706	76	4655	5786	103	6208	6866
50	3157	4743	77	4710	5824	104	6267	6908
51	3215	4785	78	4769	5866	105	6322	6946
52	3274	4823	79	4828	5907	106	6381	6988
53	3329	4865	80	4886	5945	107	6439	7025
54	3387	4907	81	4940	5987	108	6498	7068
55	3446	4944	82	4999	6025	109	6552	7109
56	3504	4986	83	5057	6067	110	6611	7147
57	3559	5024	84	5116	6104	111	6670	7188
58	3617	5066	85	5171	6146	112	6728	7226
59	3676	5104	86	5230	6188	113	6783	7268
60	3735	5146	87	5288	6225	114	6841	7306
61	3789	5184	88	5346	6267	115	6899	7348
62	3848	5226	89	5401	6305	116	6958	7386
63	3906	5267	90	5460	6347	117	7013	7428
64	3965	5304	91	5518	6385	118	7072	7470
65	4019	5346	92	5576	6427	119	7131	7506
66	4078	5384	93	5631	6465	120	7188	7548
67	4137	5426	94	5690	6507	121	7243	7586
68	4195	5464	95	5749	6548	122	7302	7628
69	4250	5506	96	5807	6585	123	7360	7666
70	4308	5548	97	5775	6627	124	7418	7708

Таблиця 14. Розрахунок обміну у чоловіків за зростом та віком, кДж/добу.

Зріст, см	Вік, роки														
	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45
96	473	536	2592	2537	2479	2420	2366	2307	2252	2194	2139	2081	2026	1968	1913
100	641	703	2801	2616	2562	2504	2449	2391	2336	2278	2223	2165	2110	2052	1997
104	808	871	2759	2700	2642	2587	2533	2474	2420	2361	2307	2248	2194	2135	2081
108	976	1038	2843	2784	2814	2671	2617	2558	2504	2445	2391	2332	2278	2219	2165
112	1143	1206	2927	2868	2897	2755	2700	2542	2587	2529	2474	2416	2361	2303	2248
116	1310	1373	3010	2952	3006	2839	2784	2726	2671	2613	2558	2500	2445	2332	2273
120	1478	1541	3052	3035	3065	2922	2868	2809	2755	2696	2642	2583	2529	2470	2416
124	1645	1708	3178	3119	3148	3006	2952	2893	2839	2780	2726	2667	2513	2554	2500
128	1813	1876	3262	3203	3232	3090	3035	2977	2922	2864	2809	2751	2596	2638	2583
132	1980	2043	3345	3287	3316	3174	3119	3061	3006	2948	2893	2834	2780	2721	2667
136	1248	2211	3429	3370	3400	3257	3203	3144	3090	3031	297	2918	2864	2805	2751
140	2315	2378	3513	3454	3483	3341	3287	3228	3174	3115	3061	3002	2948	2889	2834

144	2483	2546	3596	3538		3425	3370	3312	3257	3199	3144	3086	3031	2973	2918
148	2650	2713													
152	2818	2839													
156	2985	2964													
160	3111	3090													
164	3236	3215													
168	3362	3299													
172	3447	3383													
176	3529	3467													
180	3613	3550													
184	3697	3634													
188	3781	3718													
192	3864	3802													
196	-	-													
200	-	-													

Таблиця 15. Розрахунок обміну у жінок за зростом та віком, кДж/добу.

Зріст, см	Вік, роки														
	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45
96	-4	-59	766	729	687	649	611	569	532	490	452	414	373	335	297
100	-21	8	795	758	720	678	641	603	561	523	486	444	406	364	327
104	46	75	829	787	749	712	670	632	595	553	515	477	435	398	360
108	113	142	858	821	779	741	703	662	624	586	544	507	469	427	389
112	180	209	892	850	812	770	733	695	653	615	578	536	498	461	419
116	247	276	921	883	842	804	766	724	687	645	607	569	528	490	452
120	314	343	950	913	875	833	795	758	716	678	641	599	561	515	481
124	423	410	984	942	904	867	825	787	749	708	670	632	590	533	519
128	448	477	1013	976	934	896	854	816	779	741	699	662	624	582	544
132	515	544	1047	1005	967	925	900	850	808	770	733	691	653	615	574
136	582	611	1076	1038	996	959	921	879	842	800	762	724	682	645	607
140	649	678	1105	1068	1059	988	950	913	871	833	795	754	716	674	637
144	716	745	1139	1097		1022	980	942	904	862	825	787	749	708	670
148	783	804													
152	842	862													
156	900	921													
160	959	980													
164	1017	1030													
168	1068	1080													
172	1118	1130													
176	1168	1181													
180	1218	1231													
184	1269	1273													
188	1310	1315													
192	1348	1357													
196	1394	1398													
200	-														

Таблиця 16. Хімічний склад та енергетична цінність харчових продуктів

Назва продукту	Хімічний склад, %					Енергетична цінність 100г натуральної маси	
	Азотисті речовини	Жири	Вуглеводи	Мінерал. речовини	вода	кДж	ккал
Яловичина прісна	20,57	2,01	-	1,21	76,17	335	80
Яловичина жирна	18,38	21,4	-	0,97	58,74	896	214
Свинина прісна	14,54	37,34	-	0,74	47,4	1373	328
Свинина жирна	20,08	6,63	-	1,1	72,55	486	116
Баранина жирна	16,36	31,07	-	0,93	51,19	1160	277
М'ясо курки	19,84	5,1	1,07	1,14	72,83	448	107
Яйце куряче	12,55	12,11	0,55	1,12	73,67	586	140
Свиняче сало	11,04	68,35	-	4,81	14,84	2709	647
Ікра чорна	25,99	16,31	-	4,34	56,16	963	230
Оселедець	18,43	14,48	-	13,88	57,84	540	129
Судак	19,46	0,28	6,27	1,04	79,21	184	44
Молоко жіноче	2,08	3,87	4,94	0,36	87,36	281	67
Молоко коров'яче	3,39	3,68	4,3	0,72	87,21	272	65
Вершки	0,01	22,62	1,72	0,64	70,44	1005	240
Сметана	4,34	26,23	0,6	0,56	67,67	1072	256
Масло вершкове	1,07	86,57	-	1,16	12,04	3295	787
Манна крупа	9,43	0,94	75,92	0,4	13,05	1432	342
Гречана крупа	12,86	2,83	64,71	2,13	13,94	1315	314
Ячмінна крупа	9,50	0,94	74,83	1,02	12,96	1302	311
Пшоно	12,29	2,19	65,65	2,13	13,47	1143	273
Рис	8,13	1,29	75,3	1,03	13,17	1386	331
Житній хліб	7,84	0,73	43,7	1,55	45,58	783	187
Пшеничний хліб	6,81	0,54	57,8	0,88	33,66	1080	258
Макарони	10,88	0,62	75,55	0,64	11,89	1608	384
Картопля	2,14	0,22	19,56	0,98	70,16	260	62
Морква	1,18	0,29	9,06	1,03	86,77	126	30
Капуста свіжа	1,83	0,18	5,95	1,18	90,11	80	19
Огірки свіжі	1,09	0,11	2,21	0,46	95,36	38	9
Салат	1,58	0,22	2,38	0,9	94,23	176	42
Помідори	0,95	0,19	3,99	0,61	98,42	63	15
Білі гриби свіжі	5,39	0,4	5,12	0,95	87,13	117	28
Гриби сушені	36,66	2,7	34,51	6,45	12,81	925	221
Яблука свіжі	0,4	-	12,13	0,42	84,37	172	41
Диня	0,84	0,13	6,35	0,52	91,5	100	24
Цукор	-	-	99,49	0,4	0,13	1620	387
Кавун	0,72	0,06	4,13	0,28	94,96	67	16
Мед	1,42	-	79,89	0,24	18,9	1319	315
Шоколад	6,27	22,2	63,36	2,26	1,59	1788	247

ЗАВДАННЯ З ФІЗІОЛОГІЇ ЛЮДИНИ ТА ТВАРИН.

1. Онтогенетичні особливості серцево-судинної системи у різних груп дітей.
2. Дослідження ЖЕЛ у різних вікових групах.
3. Показники адаптації до учбового процесу.
4. Значення процесів збудження у діяльності живих утворень.
5. Енергетичні процеси, що супроводжують хвилю збудження.
6. Сучасні методи дослідження структури та функції нервової системи.
7. Характеристика структурної та функціональної одиниць нервової системи.
8. Специфічний характер реагування нервової системи на дії хімічних подразників.
9. Співвідношення видів гальмування у нервовій системі.
10. Рефлекторна функція спинного мозку та її порушення.
11. Вплив гіпоталамусу на вісцеральні функції.
12. Роль ретикулярної формації у здійсненні функцій організму.
13. Роль лімбічної системи у виникненні емоційних станів.
14. Локалізація функцій у корі головного мозку.
15. Теорія інформації у сенсорній фізіології.
16. Рефракція ока та її порушення.
17. Порівняльна характеристика сучасних теорій слуху.
18. Порушення діяльності вестибулярного апарату.
19. Динамічний стереотип, як основа рухової активності.
20. Взаємозв'язок між залозами внутрішньої секреції.
21. Роль глюкокортикоїдів в процесах адаптації.
22. Позитивні та негативні сторони стресу.
23. Імуногенетика груп крові.
24. Механізми підтримання гомеостазу.
25. Вплив змін гемодинаміки на роботу серця.
26. Види реакцій серцево-судинної системи на зміни навколишнього середовища.
27. Особливості дихання у різних умовах.
28. Значення рефлексів у роботі системи травлення.
29. Основний обмін та його зміни.
30. Механізми терморегуляції
31. Функціональний стан серцево-судинної системи у різних вікових групах.
32. Шкіра як орган виділення.
33. Сомато-вісцеральна сенсорна система.
34. Біль, як захисна реакція організму.
35. Онтогенетичні особливості системи дихання.
36. Роль рефлексів у діяльності серцево-судинної системи.
37. Вплив гіпоталамо-гіпофізарної системи на метаболізм.
38. Механізми кольоросприйняття та їх порушення.
39. Методи визначення адаптаційного потенціалу людини.
40. Вплив гормонів на статевий розвиток дитини.
41. Порушення діяльності залоз внутрішньої секреції.
42. Філогенез серцево-судинної системи.
43. Фактори, що впливають на імунітет людини.
44. Методи дослідження діяльності системи травлення.
45. Вплив емоцій на роботу серця.
46. Фізіологічні основи раціонального харчування.
47. Зміни фізіологічних функцій при вагітності.
48. Вегетативний баланс організму.
49. Фізіологічні зміни функцій організму, що старіє.
50. Вплив іонізуючого опромінення на організм.
51. Онтогенетичні особливості серцево-судинної системи у різних груп дітей.

52. Дослідження ЖЕЛ у різних вікових групах.
53. Показники адаптації до навчального процесу.
54. Значення процесів збудження у діяльності живих утворень.
55. Енергетичні процеси, що супроводжують хвилю збудження.
56. Сучасні методи дослідження структури та функції нервової системи.
57. Характеристика структурної та функціональної одиниць нервової системи.
58. Специфічний характер реагування нервової системи на дії хімічних подразників.
59. Співвідношення видів гальмування у нервовій системі.
60. Рефлекторна функція спинного мозку та її порушення.
61. Вплив гіпоталамусу на вісцеральні функції.
62. Роль ретикулярної формації у здійсненні функцій організму.
63. Роль лімбічної системи у виникненні емоційних станів.
64. Локалізація функцій у корі головного мозку.
65. Теорія інформації у сенсорній фізіології.
66. Рефракція ока та її порушення.
67. Порівняльна характеристика сучасних теорій слуху.
68. Порушення діяльності вестибулярного апарату.
69. Динамічний стереотип, як основа рухової активності.
70. Взаємозв'язок між залозами внутрішньої секреції.
71. Роль глюкокортикоїдів в процесах адаптації.
72. Позитивні та негативні сторони стресу.
73. Імуногенетика груп крові.
74. Механізми підтримання гомеостазу.
75. Вплив змін гемодинаміки на роботу серця.
76. Види реакцій серцево-судинної системи на зміни навколишнього середовища.
77. Особливості дихання у різних умовах.
78. Значення рефлексів у роботі системи травлення.
79. Основний обмін та його зміни.
80. Механізми терморегуляції.
81. Функціональний стан серцево-судинної системи у різних вікових групах.
82. Шкіра як орган виділення.
83. Сомато-вісцеральна сенсорна система.
84. Біль, як захисна реакція організму.
85. Онтогенетичні особливості системи дихання.
86. Роль рефлексів у діяльності серцево-судинної системи.
87. Вплив гіпоталамо-гіпофізарної системи на метаболізм.
88. Механізми кольоросприйняття та їх порушення.
89. Методи визначення адаптаційного потенціалу людини.
90. Вплив гормонів дитини на статевий розвиток дитини.
91. Порушення діяльності залоз внутрішньої секреції.
92. Філогенез серцево-судинної системи.
93. Фактори, що впливають на імунітет людини.
94. Методи дослідження діяльності системи травлення.
95. Вплив емоцій на роботу серця.
96. Фізіологічні основи раціонального харчування.
97. Зміни фізіологічних функцій при вагітності.
98. Вегетативний баланс організму.
99. Фізіологічні зміни функцій старіючого організму.
100. Вплив іонізуючого опромінення на організм.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ганонг В.Ф. Фізіологія людини: Підручник [Текст] / Пер. з англ. / В.Ф. Ганонг. – Львів: БаК. – 2002. – 784 с.
2. Гасюк О.М. Лабораторний практикум з фізіології людини і тварин. Для студентів денної та заочної форм навчання спеціальностей 091 Біологія, 014 Середня освіта (Біологія), 014 Середня освіта (Біологія і здоров'я людини). В 2-х частинах [Текст] / О.М.Гасюк. – Херсон: ПП Вишемирський В.С. – 2019.
3. Гжегоцький М. Р., Філімонов В. І., Петришин Ю. С., Мисаковець О. Г. Фізіологія людини. - К.: Книга плюс, 2005. - 496 с.
4. Мазуркевич А. Й., Карповський В. І., Камбур М. Д. та ін. Фізіологія тварин ; Підручник ; Вид. друге / За редакцією А. Й. Мазуркевича, В. І. Карповського. — Вінниця : Нова Книга, 2012 — 424 с
5. Основні поняття і визначення з курсу фізіології людини і тварин [Текст] / М.Ю. Макарчук та ін. – К.: Фітоцентр. – 2003. – 144 с.
6. Плахтій П. Д. Фізіологія людини. Нейрогуморальна регуляція функцій: Навчальний посібник. - К.: Професіонал, 2007. - 336с
7. Плахтій П.Д. Фізіологія людини. Обмін речовин і енергозабезпечення м'язової діяльності: Навчальний посібник. - Київ: Професіонал, 2006
8. Плиска О.І. Фізіологія людини і тварин. / О.І.Плиска. - К.: Парламентське видавництво, 2007. - 464 с.
9. Сидоренко П. І. Анатомія та фізіологія людини : підручник / П.І.Сидоренко, Г. О. Бондаренко, С. О. Куц. – Київ : Медицина, 2007. – 199 с.
10. Старушенко Л. І. Анатомія і фізіологія людини: Навч. посібн. – К.: Вища школа, 1992. – 208 с..
11. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем): підручник: [для студ. виш. навч. закл.] / М. Ю. Клевець, В. В. Манько, М. О. Гальків, та ін. - Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011.-304 с.
12. Фізіологія людини: підручник / В.І. Філімонов. — Всеукраїнське спеціалізоване видавництво «Медицина» 2021, 4-е видання 488 с.
13. Чайченко Г.М. Фізіологія людини і тварин: Підручник [Текст] / Г.М. Чайченко та ін. – К.: Вища школа. –2003. – 463с.
14. Яновський І.І. Фізіологія людини і тварин. Практикум: Навч. посібник [Текст] / І.І. Яновський, П.В. Ужако. – К.: Вища шк. – 1991. – 175 с.
15. Яремко Є. О. Фізіологія людини : навч. посіб./ Є. О. Яремко, Л.С. Вовканич, Д. І. Бергтраум, З. І. Коритко, Ф.В.Музика. – Вид. 2-ге, допов. – Львів : ЛДУФК, 2013. – 207 с.

З М І С Т

ПЕРЕДМОВА.....	3
ІНСТРУКЦІЯ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	4
ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДІВ.....	4
НАДАННЯ ПЕРШОЇ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ У РАЗІ ВІДПОВІДНИХ СИТУАЦІЙ.....	5
<u>РОЗДІЛ 1 . ФІЗІОЛОГІЯ ЗБУДЖЕННЯ.....</u>	<u>6</u>
Лабораторна робота № 1. ВИГОТОВЛЕННЯ НЕРВОВО-М'ЯЗОВОГО ПРЕПАРАТУ.....	7
Лабораторна робота № 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НЕРВА. ЗАКОНИ ПОДРАЗНЕННЯ.....	10
Лабораторна робота № 3. БІОЕЛЕКТРИЧНІ ЯВИЩА.....	12
Лабораторна робота № 4. ПРОВІДИМІСТЬ НЕРВА ТА М'ЯЗА. ЯВИЩЕ ПАРАБІОЗУ.....	15
<u>РОЗДІЛ 2. ФІЗІОЛОГІЯ М'ЯЗІВ.....</u>	<u>17</u>
Лабораторна робота № 5. ФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ М'ЯЗОВОЇ ТКАНИНИ.....	17
Лабораторна робота № 6. ОСОБЛИВОСТІ СКОРОЧЕННЯ ГЛАДЕНЬКОГО М'ЯЗА. ПЛАСТИЧНІСТЬ НЕЗБУДЖЕНОГО М'ЯЗА.....	20
Лабораторна робота № 7. ВИЗНАЧЕННЯ СИЛИ ТА РОБОТИ М'ЯЗІВ.....	21
<u>РОЗДІЛ 3. ФІЗІОЛОГІЯ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ.....</u>	<u>23</u>
Лабораторна робота № 8. ЯКОСТІ НЕРВОВИХ ЦЕНТРІВ.....	24
Лабораторна робота № 9. РЕФЛЕКТОРНИЙ ПРИНЦИП ДІЯЛЬНОСТІ ЦНС.....	25
Лабораторна робота № 10. РЕФЛЕКСИ СПИНОГО МОЗКУ. ГАЛЬМУВАННЯ.....	27
Лабораторна робота № 11. РЕФЛЕКСИ ЧЕРЕПНОМОЗКОВИХ НЕРВІВ.....	28
<u>РОЗДІЛ 4. ФІЗІОЛОГІЯ СЕНСОРНИХ СИСТЕМ.....</u>	<u>32</u>
Лабораторна робота № 12. ЗОРОВИЙ АНАЛІЗАТОР. ВИЗНАЧЕННЯ ГОСТРОТИ ТА ПОЛЯ ЗОРУ.....	33
Лабораторна робота № 13. ЗОРОВИЙ АНАЛІЗАТОР. АДАПТОМЕТРІЯ.....	35
Лабораторна робота № 14.	

ЗОРОВИЙ АНАЛІЗАТОР. АДАПТОМЕТРІЯ.....	38
Лабораторна робота № 15.	
ЗОРОВИЙ АНАЛІЗАТОР. АДАПТОМЕТРІЯ.....	40
Лабораторна робота № 16.	
ЗОРОВИЙ АНАЛІЗАТОР. БІНОКУЛЯРНИЙ ЗІР. ОСОБЛИВОСТІ СПРИЙНЯТТЯ КОЛЬОРІВ.....	41
Лабораторна робота № 17.	
СЛУХОВИЙ АНАЛІЗАТОР. ВИЗНАЧЕННЯ СПРИЙНЯТТЯ ЗВУКУ.....	44
Лабораторна робота № 18.	
ТАКТИЛЬНИЙ АНАЛІЗАТОР. ОСОБЛИВОСТІ РЕЦЕПТОРІВ ШКІРИ.....	45
Лабораторна робота № 19.	
ОСОБЛИВОСТІ НЮХОВОГО ТА СМАКОВОГО АНАЛІЗАТОРІВ.....	48
Лабораторна робота № 20.	
ВЕСТИБУЛЯРНИЙ АНАЛІЗАТОР. ФУНКЦІЇ РУХОВОГО АНАЛІЗАТОРА.....	50
<u>РОЗДІЛ 5. ФІЗІОЛОГІЯ КРОВІ.....</u>	<u>52</u>
Лабораторна робота № 21.	
ПІДРАХУНОК ФОРМЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ КРОВІ.....	53
Лабораторна робота № 22.	
ГЕМОЛІЗ. ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ГЕМОГЛОБІНУ І КОЛЬОРОВОГО ПОКАЗНИКА. ОТРИМАННЯ КРИСТАЛІВ ГЕМІНУ ТА ГЕМОГЛОБІНУ.....	56
Лабораторна робота № 23.	
УМОВИ ТА ШВИДКІСТЬ ЗСІДАННЯ ЕРИТРОЦИТІВ. ВИЗНАЧЕННЯ РЕАКЦІЇ ТА ГРУПИ КРОВІ.....	59
<u>РОЗДІЛ 6. ФІЗІОЛОГІЯ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ.....</u>	<u>62</u>
Лабораторна робота № 24.	
ВИЗНАЧЕННЯ ФАЗ СЕРЦЕВОГО ЦИКЛУ ТА СТУПЕНЯ АВТОМАТІЇ РІЗНИХ ВІДІЛІВ СЕРЦЯ ЖАБИ.....	63
Лабораторна робота № 25.	
НЕРВОВА РЕГУЛЯЦІЯ СЕРЦЯ.ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НА СЕРЦЕВІ СКОРОЧЕННЯ. ЕКСТРАКАРДІАЛЬНІ РЕФЛЕКСИ.....	66
Лабораторна робота № 26.	
ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФІЯ.....	70
Лабораторна робота № 27.	
ВИМІРЮВАННЯ КРОВ'ЯНОГО ТИСКУ У ЛЮДИНИ.....	76
Лабораторна робота № 28.	
ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСТОТИ ПУЛЬСУ І ШВИДКОСТІ КРОВОТОКУ.....	78
Лабораторна робота № 29.	
ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПРОБИ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ.....	79
<u>РОЗДІЛ 7. ФІЗІОЛОГІЯ ПРОЦЕСІВ ДИХАННЯ.....</u>	<u>82</u>
Лабораторна робота № 30.	
ХАРАКТЕРИСТИКА ДИХАЛЬНОЇ ФУНКЦІЇ.....	84
Лабораторна робота № 31.	
ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПРОБИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ СИСТЕМИ ДИХАННЯ.....	86
<u>РОЗДІЛ 8. ФІЗІОЛОГІЯ ТРАВЛЕННЯ.....</u>	<u>90</u>
Лабораторна робота № 32.	

СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПЕРИСТАЛЬТИКИ ВІДДІЛІВ ШКТ. ДОСЛІДЖЕННЯ ФЕРМЕНТАТИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СЛИНИ ТА ШЛУНКОВОГО СОКУ	92
Лабораторна робота № 33. ДОСЛІДЖЕННЯ ФЕРМЕНТАТИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЖОВЧІ.....	94
<u>РОЗДІЛ 9. ФІЗІОЛОГІЯ СИСТЕМИ ВИДІЛЕННЯ</u>	97
Лабораторна робота № 34. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СЕЧІ.....	98
<u>РОЗДІЛ 10. ФІЗІОЛОГІЯ ЕНДОКРИННОЇ СИСТЕМИ</u>	100
Лабораторна робота № 35. ФІЗІОЛОГІЧНА ДІЯ ДЕЯКИХ ГОРМОНІВ.....	101
<u>РОЗДІЛ 11. ФІЗІОЛОГІЯ ПРОЦЕСІВ ОБМІНУ РЕЧОВИН ТА ЕНЕРГІЇ</u>	103
Лабораторна робота № 36. ОБЧИСЛЕННЯ ОСНОВНОГО ОБМІНУ	104
Лабораторна робота № 37. ОБЧИСЛЕННЯ ДОБОВОЇ ВИТРАТИ ЕНЕРГІЇ ТА СКЛАДАННЯ ХАРЧОВОГО РАЦІОНУ	107
Лабораторна робота № 38. ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТИ ЕНЕРГІЇ У ЛЮДИНИ МЕТОДОМ ПОВНОГО ГАЗОВОГО АНАЛІЗУ	109
Лабораторна робота № 39. ВИВЧЕННЯ МЕХАНІЗМІВ ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЇ У ЛЮДИНИ.....	112
Laboratory work No. 39. STUDY OF MECHANISMS OF THERMOREGULATION IN HUMANS.....	114
ДОДАТКИ.....	117
ЗАВДАННЯ З ФІЗІОЛОГІЇ ЛЮДИНИ ТА ТВАРИН.	126
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	128